தமிழில் உரையிலிருந்து பேச்சாக்கம்

(Text to speech processing in Tamil)

இராசேந்திரன் சங்கரவேலாயுதம்
அமிர்தா விஷ்வ வித்யபீடம் பலகலைக்கழகம்
கோயம்பத்தூர்
rajushush@yahoo.com

1. அறிமுகம்

பேச்சு சொல் பேச்சின் சிறு அலகுகளால் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டது என்ற ஒலி அடிப்படையிலான எழுதும் ஒழுங்குமுறையில் உள்ளுறையும் கருத்து ஒலியனியலின் எல்லாத் தற்காலக் கோட்பாடுகளையும் உள்ளடக்கும் யுஆர்-கோட்பாடு ஆகும். நாம் இங்கு தற்காலப் பேச்சறிதல் மற்றும் பேச்சுருவாக்கத் தொழில்நுட்பத்தையும் கணினி ஒலியனியல் (computational phonology) என்ற தொடர்புள்ள மொழியியலின் கிளைளையும் அறிந்துகொள்ள அடிப்படை உள்ளறிவையும் வழிமுறை வரைவுகளையும் அறிமுகப்படுத்த வேண்டும்.

தானியங்கு பேச்சறியும் முக்கியமான செயல்பாடு ஒலியியக்க அலைவடிவை உள்ளீடாக ஏற்றுச் சொற்களின் கோர்வையை வெளியீடாக உற்பத்தி செய்யும். எதிரிடையாக உரையிலிலிருந்து பேச்சுருவாக்கம் என்ற முக்கியச் செயல்பாடு உரைச் சொற்களின் கோர்வையை உள்ளீடாக ஏற்று ஒலியியக்க அலைகளை வெளியீடாகப் பெறுவதாகும். பேச்சைப் புரிந்து கொள்ளுதல் மற்றும் உருவாக்குதல் இவற்றின் பயன்பாடு பல்வகைப்பட்டதாகும்: தானியங்கு கேட்டெழுத்துதல் (automatic dictation), ஒலிபெயர்ப்பு, கணிப்பொறிக்குப் பேச்சு அடிப்படையிலான இடைமுகங்கள் மற்றும் தொலை பேசிகள், பேச்சுக் குறையுள்ளவர்களுக்குக் குரல்சார்ந்த உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு என்பனவாகும்.

இங்கு நாம் பேச்சறிவான் (speech recognizer) மற்றும் உரையிலிருந்து பேச்சு (text-to-speech) ஒழுங்குமுறைகள் என்பனவற்றில் கவனம் செலுத்துவோம்: எவ்வாறு சொற்கள் ஒலிகள் (phones) என்ற தனிப்பட்ட பேச்சு அலகின் அடிப்படையில் உச்சரிக்கப்படுகிறது? பேச்சறியும் ஒழுங்குமுறை அது புரிந்துகொள்ள இயலும் ஒவ்வொரு சொல்லுக்கும் உச்சரிப்பை வேண்டும். உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறை ஒவ்வொரு சொல்லுக்கும் ஒரு உச்சரிப்பை வேண்டும். நாம் இங்கு உச்சரிப்பை விளக்க ஒலி நெடுங்கணக்குகளை (phonetic alphabets) ஒலியியல் (phonetics) களத்தின் பகுதியாக அறிமுகப்படுத்த வேண்டி வரும். மேலும் நாம் ஒலிப்புமுறை ஒலியியல் (articulatory phonetics) என்பதையும் அறிய வேண்டி வரும். இது எவ்வாறு வாயிலுள்ள ஒலிப்பான்களால் பேச்சொலிகள் உருவாக்கப்படுகிறது என்பதை ஆயும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலி எப்பொழுதும் ஒவ்வொரு சூழலிலும் ஒரேமாதிரி உச்சரிக்கப்படுகிறது என்றிருக்குமானால் உச்சரிப்பை மாதிரிப்படுத்துவது எளிதாகும். ஆனால் இது அவ்வாறில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, தமிழில் [த்] என்ற ஒலி வேறுப்பட்ட ஒலிச் சூழல்களில் மிக வேறுபட்டு மெய்ப்படுத்தம் செய்யப்படுகிறது. மொழியியலில் ஒலியனியல்

(phonology) களம் வேறுபட்ட சூழலில் ஒலிகள் வேறுபட்டு மெய்படுத்தம் செய்யப்படுகின்றது என்பதையும் எவ்வாறு ஒலிகளின் இவ்வொழுங்குமுறை மீதி இலக்கணத்துடன் தொடர்புடையது என்பதையும் விளக்குகிறது. நாம் இவ்வேறுப்பட்ட மெய்ப்படுத்தங்களை விளக்க ஒலியனியல் விதிகளை (phonological rules) எழுத வேண்டும்.

கணினி வழி ஒலியனியல் ஆய்வு கணினி ஒலியனியல் (computational phonology) என்று அறியப்படும். கணினி ஒலியனியலின் முக்கியமான பகுதி ஒலியனியல் விதிகளை மாதிரிப்படுத்தும் கணினி இயங்குமுறைகளின் ஆய்வாகும். நாம் எவ்வாறு எழுத்துக்கூட்டல் மாற்றிகள் (spelling-rule transducers) ஒலியனியலை மாதிரிப்படுத்த இயலும் என்று காட்ட வேண்டும். பின்னர் ஒலியனியல் கற்றலின் (phonological learning) கணினி மாதிரிகளை விளக்க வேண்டும்: எவ்வாறு ஒலியனியல் விதிகள் இயந்திரக் கற்றல் வழிமுறைவரைவுகளால் தானாக ஊக்கப்படுத்த இயலும். இறுதியாக நாம் உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறைகளில் ஒரு முக்கியமான சிக்கலுக்கு வேண்டி ஒலியனியலின் மாற்றி அடிப்படையிலான மாதிரியைப் (transducer-based model) பிரயோகிக்க வேண்டும்: எழுத்துக்களின் கோர்வைகளிலிருந்து ஒலிகளின் கோர்வைகளைப் பொருத்துதல். நாம் முதலில் பெரிய ஒலிப்பு அகராதியை உருவாக்குவதில் உள்ள சிக்கல்களை அளவிட வேண்டும். பின்னர் எவ்வாறு மாற்றி அடிப்படையிலான சொற்களஞ்சியங்களும் எழுத்துக்கூட்டல் அலகுகளும் எழுத்திலிருந்து உச்சரிப்புக்குப் பொருத்துவதற்கு உச்சரிப்புகளால் பெரிதுபடுத்தப்பட வேண்டும் என்று காட்ட வேண்டும்.

2. உரையிலிருந்து பேச்சு

உரையிலிருந்து பேச்சு என்ற கலைச் சொல் உள்ளீட்டு உரையை பேச்சு கூற்றாக மாற்றுவதைக் குறிக்கிறது. உள்ளீட்டு உரையில் சொற்கள், வாக்கியங்கள், பத்திகள், எண்கள் மற்றும் சுருக்கங்கள் கூட உட்படுத்தப்படும். உரையிலிருந்து பேச்சு மாற்று செயல்முறை உரையை அடையாளம் காண வேண்டும். எந்த தெளிவற்ற தன்மையும் இல்லாமல், அதனுடன் தொடர்புடைய ஒலி வெளியீட்டை ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்க வகையில் உருவாக்கும். இதன் பொருள் உரையிலிருந்து பேச்சு இயந்திரத்தின் வெளியீட்டின் தரம் இயற்கையான பேச்சுக்கு முடிந்தவரை நெருக்கமாக இருக்கும்படி செய்யப்பட வேண்டும்.

2.1 ஒலியன்களும் ஒலியன் விதிகளும்

உரையிலிருந்து பேச்சாக்கத்தில் எழுத்துக்களால் அல்லது எழுத்துக்களின் கோவைகளால் ஆன உரையானது ஒலிவடிவில் அல்லது ஒலிகளின் கோவையாக மாற்றப்படவேண்டும். முதலில் எழுத்துக்கள் ஒலியன்களாக (phonemes) மாற்றப்படவேண்டும். தமிழ் போன்ற மொழிகளில் இது எளிது ஏனென்றால் தமிழ் எழுத்துக்கள் தமிழ் ஒலியன்களின் நேரடி வடிவம் தான். ஆனால் ஆங்கிலம் போன்ற மொழிகளில் எழுத்துவடிவமும் ஒலியன் வடிவமும் வேறாகும். எழுத்துக்களின் கோவைகளுக்கும் ஒலியன்களின் கோவைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு நேரடியானதல்ல.

எனவே ஆங்கிலம் போன்ற மொழிகளில் எழுத்து வடிவம் அல்லது எழுத்துகளின் கோவை ஒலியன்களின் கோவையாக மாற்றப்படவேண்டும். எனவே எழுத்துகளிலிருந்து ஒலியன்களாக மாற்றும் விதிகள் ஆங்கிலத்தில் தேவை. தமிழில் இது எளிதாகும்.

ஒலியன்களின் கோவைகளாக மாற்றப்பட்ட உரை ஒலிகளின் கோவைகளாக மாற்றப்படவேண்டும். ஒலியன்கள் வேறுபட்ட சூழல்களில் வேறுபட்டு உருவாக்கப்படும். ஒலியன்கள் தமக்குள் சூழல் அடிப்படையில் மாற்றொலிகளின் (allophones) ஒரு குழுமத்தால் உருப்படுத்தம் செய்யப்படும். ஒலியனுக்கும் அதன் மாற்றொலியன்களுக்கும் இடையில் உள்ள உறவு ஒலியன்களின் விதியால் பெறப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, தமிழில் /க்/ என்ற ஒலியனை உருப்படுத்தம் செய்யப்படும் மூன்று மாற்றொலியன்களைப் பின்வருமாறு ஒலியனியல் விதியால் விளக்கலாம்:

k ⟶ g/N

k ⟶ x/V-V

k ⟶ k/ பிற சூழல்களில்

அதாவது மூக்கொலி முன் கடையண்ணக் குரலிலா ஒலியானது கடையண்ணக் குரல் ஒலியாகவும் இரு உயிர்களுக்கிடையில் கடையண்ண உரசொலியாகவும் பிற சுழல்களில் குரலிலா அடைப்பொலியாகவும் உருப்படுத்தம் பெறும். தமிழில் /ப்/ என்ற ஒலியனுக்கு நான்கு மாற்றொலிகள் உள்ளன. இம்மாற்றொலிகள் உச்சரிப்பால் வேறுபடும் மற்றும் இவை தமது வருகையால்/வினியோகத்தால் அல்லது கூற்றில் அவை வரும் இடத்தால் வேறுபடும். இதுபோன்று /த்/, /ட்/, /ச்/, /க்/ என்ற ஒலியன்களுக்கு முறையே நான்கு மாற்றொலிகள் உள்ளன. /ற்/ என்பதற்கு மூன்று மாற்றொலிகள் உள்ளன. பிற மெய்யொலிகள் ஒரேயொரு மாற்றொலியைக் கொண்டுள்ளன. மெய்யொலியன்களைப் போலவே உயிரொலியன்களும் மாற்றொலிகளைக் கொண்டுள்ளன: /இ/ என்பது மூன்று மாற்றொலிகளை கொண்டுள்ளது; /ஈ/ ஒரேயொரு மாற்றொலி கொண்டது; /எ/ இரண்டு மாற்றொலிகளைக் கொண்டது; /ஏ/ ஒரேயொரு மாற்றொலியைக் கொண்டது; /அ/ இரண்டு மாற்றொலிகளைக் கொண்டது; /ஆ/ ஒரேயொரு மாற்றொலியைக் கொண்டது; /உ/ இரண்டு மாற்றொலிகளைக் கொண்டது; /ஊ/ ஒரெயொரு மாற்றொலியைக் கொண்டது; /ஒ/ இரண்டு மாற்றொலியைக் கொண்டது. /ஓ/ ஒரேயொரு மாற்றொலியைக் கொண்டது.

உரையிலிருந்து பேச்சாக்கத்தில் ஒலியன்களின் மாற்றொலிகள் கவனத்தில் கொள்ளப்படவேண்டும். அவ்வாறு செய்யும் போது தான் பேச்சாக்கம் இயற்கையானதாக இருக்கும்.

2.2. ஒலியனியல் விதிகளும் முற்றுநிலை மாற்றிகளும்

ஒலியனியல் விதிகளை முற்றுநிலை மாற்றிகளால் நடைமுறை படுத்தலாம். ஒலியனியல் விதிகளை மெய்ப்படுத்தம் செய்ய முற்றுநிலைத் தானியங்கியை பலவழிகளில் பயன்படுத்தும் கணினி ஒலியனியலின் வேறுப்பட்ட மாதிரிகள் இருக்கின்றன. இவற்றில் ஒன்று நாம் கணினி உருபனியலில் பார்க்க இருக்கும் கொஸ்கென்னியின் இருமட்ட உருபனியலாகும் (two-level morphology of Koskenniemi (1983)). இருமட்ட உருபனியல் சொல் வடிவுக்கும் புற வடிவுக்கும் இடையே உள்ள பொருத்தத்தின் மீது முற்றுநிலை நல்லுருவாக்கக் கட்டுப்பாடுகளாக மாதிரி செய்யும் உருபனியல்/ஒலியனியல் கோட்பாடாகும்.

கணினி ஒலியனியலின் உயர்வான சிக்கல்களை நேரிட ஒலியனியலின் இருமட்ட அல்லது முற்றுநிலை மாதிரியின் கூடுதல் சிறப்பான உபாயம் பயன்படுத்தப்படும். ஒலியனியல் விதிகளைப் பொறியால் கற்கச் செய்யலாம். ஒரு பரப்பிலிருந்து சிறிது தரவும் பிற தகவல்களும் தரப்படுகையில் அது அப்பரப்பிற்குத் தானாக ஒரு மாதிரியைத் தூண்டுவது பொறி கற்றல் ஒழுங்குமுறையின் வேலையாகும். இவ்வாறு ஒலியனியல் விதிகளைக் கற்கவேண்டி ஒரு ஒழுங்குமுறைக்கு அதிலிருந்து தூண்ட சொற்களின் (புற வடிவங்களின்) குறைந்தது ஒரு குழும விதிகள் தரப்படும். ஒரு கண்காணிக்கப்பட்ட வழிமுறைவரைவு (supervised algorithm) இத்தரவின் சிறுபகுதிக்கு விடைகள் தரப்படுகையில் இவ்விடைகளைப் பயன்படுத்தி அது முன்னர் பார்க்காத புதிய தரவைப் பொதுமையாக்கம் செய்யவியலும் ஒரு மாதிரியைத் தூண்டும். கண்காணிக்கப்படாத வழிமுறைவரைவு (unsupervised algorithm) இதைத் தரவிலிருந்தே செய்கின்றது. கண்காணிக்கப்படாத வழியமைப்புகள் வகுப்புகளுக்குச் சரியான புலக்குறிகளைப் பார்க்காமல் இருந்தாலும், அவைகள் உருவாக்க வேண்டிய விதிகளின் அல்லது மாதிரிகளின் இயல்பைப் பற்றி குறிப்பைத் தர இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, தானியங்கி வடிவில் மாதிரிகள் இருக்கும் என்ற அறிவு ஒருவகைக் குறிப்பாகும். இம்மாதிரியான குறிப்புகள் கற்றல்சார் தவறானகருத்துகள் (learning bias) எனப்படும்.

2.3. உரையிலிருந்து பேச்சுக்குவேண்டி உரையை ஒலியன்களுக்குப் பொருத்துதல்

நாம் ஒரு மொழியின் ஒலிகளின் பட்டியலைத் தெரிந்துக் கொள்ளவும் எவ்வாறு ஒலியனியல் விதிகளை மாதிரிப் படுத்துவது என்பதை அறிந்துகொள்ளவும் செய்தால் எழுத்திலிருந்து அல்லது உரைச் சொல்லிருந்து அதன் உச்சரிப்புக்குப் பொருத்தும் சிக்கலை ஆயத் தயார் என்பதாகும்.

2.3.1. உச்சரிப்பு அகராதிகள்

உச்சரிப்பு அகராதிகள் உரையிலிருந்து பேச்சுக்குப் பொருத்த மிக பயனுள்ள கருவியாகும். எளிய உச்சரிப்பு அகராதிகள் சொற்களின் பட்டியலையும் அவற்றின் உச்சரிப்பையும் தரும் (Jurafsky and Martin, 2000: 120).

Word	Pronunciation	Word	Pronunciation
cat	[kæt]	goose	[gus]
cats	[kæts]	geese	[gis]
pig	[pɪg]	hedgehog	[‘hɛʤ.hɔg]
pigs	[pɪgz]	hedgehogs	[‘hɛʤ.hɔgz]
fox	[fax]		
foxes	[‘fak.sɪz]		

PRONLEX, CMUdict, மற்றும் CELEX என்ற இணையத்தள உச்சரிப்பு அகராதிகள் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை பேச்சைத் தெரிந்து கொள்கைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவற்றைப் பேச்சு கூட்டிணைப்புக்கும் பயன்படுத்த வேண்டி சுவீகரித்துக் கொள்ளலாம்.

2.3.2. அகராதியை நோக்குவதற்கு அப்பாற்பட்ட உரை ஆய்வு

ஆரம்பகால உரைகளிலிருந்து பேச்சாய்வுகள் உரையிலிருந்து ஒலிகளுக்குப் பொருத்த உச்சரிப்பு அகராதிகளை சார்ந்திருந்தன. முன்னர் கூறியபடி உரைகளிலிருந்து ஒலிகளாகப் பொருத்தமாற்றம் செய்யும் ஒரு வழி ஒவ்வொரு சொற்களின் உச்சரிப்பையும் உச்சரிப்பு அகராதியைப் பார்த்தறிந்து ஒலிகளின் கோர்வையை அகராதியிலிருந்து படிப்பதாகும். இந்த நெறிமுறை ஏற்கெனவே அகராதியில் தரப்பட்ட சொற்களுக்குப் பொருத்தும். ஆனால் பலச்சொற்கள் முன்னரே அகராதியில் தரப்படாததற்கான சூழல் சாத்தியம் இருக்கின்றன. இத்தகைய நிலையில் நாம் அகராதியில் தரப்படாத சொற்களின் உச்சரிப்பைத் தெரிந்துக்கொள்ள நிகழ்வுசாத்திய நுட்பங்களைப் (probabilistic techniques) பயன்படுத்த வேண்டிவரும்.

2.3.3. முற்றுநிலைமாற்றி அடிப்படையில் உச்சரிப்பு அகராதி

உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறைகளின் தொடக்கக்கால உச்சரிப்பு மாதிரி எழுத்திலிருந்து ஒவ்வொரு விதியும் எவ்வாறு ஒரு எழுத்து அல்லது எழுத்துக்களின் இணைப்பு ஒலிகளாக பொருத்தமாற்றம் செய்யப்பட்டன என்று குறிப்பிட்டுக் காட்டியது. கீழே விற்றன் (Witten, 1982) என்பவரின் விதி அடிப்படை வடிவு தரப்பட்டுள்ளது (Jurafsky and Martin, 2000: 125):

Fragment	Pronunciation
- p -	[p]
- ph -	[f]
- phe -	[fi]
- phes -	[fiz]
- place -	[pleɪs]
-placi -	[pleɪsi]
-plement -	[plɪmɛnt]

ஸ்ஃப்ரோட் (Sproat) மற்றும் அவருடன் சேர்ந்த பிறரும் உரையிலிருந்து பேச்சுக்கு மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தினார்கள். நாம் அவர்களின் மாற்றி அணுகுமுறையை ஐந்து பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

1.அகராதியிலுள்ள தனிச் சொற்களுக்கும் உருபன்களுக்கும் உச்சரிப்பை உருப்படுத்தம் செய்யும் முற்றுநிலை மாற்றி

2. உருபன்களின் சாத்தியமானத் தொடர்ச்சியை உருப்படுத்தம் செய்யும் முற்றுநிலைத் தானியங்கிகள்

3. ஒவ்வொரு உச்சரிப்பு விதிகளுக்கும் தனியான முற்றுநிலை மாற்றி

4.பெயர்களின் மற்றும் சுருக்கப்பெயர்களின் உச்சரிப்பை மாதிரிப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படும் உள்ளுணர்வு மற்றும் எழுத்திலிருந்து-ஒலி விதிகள்/ மாற்றிகள்

5.எந்த பிற அறியாத சொற்களுக்கும் வழுநிலை எழுத்திலிருந்து-ஒலி விதிகள்/மாற்றிகள்

உரையிலிருந்துப் பேச்சுக்கான உரையிலிருந்து ஒலிக்குப் பொருத்தமாற்றம் (Jurafsky and Martin, 2000:127):

Orthographic Lexicon	Lexicon
Regular Nouns	
cat	c/k a|æ t|t
fox	f|f o|ɑ x/ks
dog	d|d o|ɑ g|g
Irregular Singular Nouns	
goose	g|g oo|u s|s e|ɛ
Irregular Plural Nouns	
go:e o:e se	g| g oo|u: ee|i s|s e|ɛ

மேற்சொன்னப் படத்தில் அகராதிக்கு இரண்டு நிலைகள் இருக்கின்றன. ஒன்று உள்ளுறையும் சொல்சார் மட்டம்; மற்றொன்று இடைப்பட்ட மட்டம். இதில் இடைப்பட்ட மட்டத்தை புற மட்டத்திற்கு பொருத்தமாற்றம் செய்ய எழுத்துக்கூட்டல் விதிகளையும் உச்சரிப்பு விதிகளையும் பயன்படுத்தும் மாற்றிகளைச் சேர்க்க வேண்டும். இது வேறுபட்ட எழுத்துகூட்டல் விதிகளையும் ஒலியன் விதிகளையும் உள்ளடக்கும். சொற்களஞ்சியம் மற்றும் ஒலியனியல் விதிகள் மற்றும் வரிவடிவ விதிகள் என்பனவற்றைச் சொல் உருப்படுத்தத்திற்கும் புற உருப்படுத்தத்திற்கும் இடையில் பொருத்த மாற்றம் செய்யப் பயன்படுத்தலாம். சொற்களஞ்சிய முற்று நிலை மாற்றிகள், அடிகள் மற்றும் ஒலியனியல் பண்புக் கூறுகளைக் கொண்ட சொல் மட்டத்திற்கும் உருபன்களின் எளிய இணைப்பை உருப்படுத்தம் செய்யும் இடைப்பட்ட மட்டத்திற்கும் இடையில் பொருத்தமாற்றம் செய்கிறது. பின்னர் ஒரு தனி எழுத்து விதிக் கட்டுப்பாடு அல்லது தனி ஒலியனியல் கட்டுப்பாடு இவற்றில் ஒன்றை உருப்படுத்தம் செய்யும் ஒருகுழும முற்றுநிலை மாற்றிகள் இடை மட்டம் மற்றும் புறமட்டம் இவற்றிற்கிடையில் பொருத்தமாற்றம் செய்ய இணையாகச் செயல்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மட்டத்திற்கும் வரிவடிவ மற்றும் ஒலியனியல் உருப்படுத்தங்கள் இருக்கின்றன. உள்ளீடு சொல் வடிவில் இருக்கும் உரையிலிருந்து-பேச்சு பயன்பாடுகளுக்கு (எ.கா. ஒழுங்குமுறை சொல்லின் சொல்சார் அடையாளம், அதன் சொல்வகைப்பாடு, அதன் திரிபு இவற்றை அறியும் உரை ஆக்கத்திற்கு) முற்றுநிலை மாற்றிகள் சொல் வடிவிலிருந்து புற உச்சரிப்புக்குப் பொருத்த மாற்றம் செய்ய இயலும். உள்ளீடு புற எழுத்துக்கூட்டலாக இருக்கும் உரையிலிருந்து-பேச்சுப் பயன்பாடுகளுக்கு (எ.கா. "உரையை உரக்கப் படிக்கும்" பயன்பாடுகளுக்கு) முற்றுநிலை மாற்றிகள் உள்ளுறையும் சொல் வடிவு வழி புற வரிவடிவத்திலிருந்து புற உச்சரிப்பை பொருத்தமாற்றம் செய்யவியலும்.

இறுதிச் சிக்கல் தலைப்பெழுத்தன்களைப் (acronyms) பற்றியதாகும். தலைப்பெழுத்தன்களைக் முற்றுப்புள்ளிகளுடன் (எ.கா. I.R.S.) அல்லது முற்றுப்புள்ளிகள்

இல்லாமல் (எ.கா. IRS) எழுத்துக்கூட்டலாம். முற்றுப்புள்ளிகளுடன் உள்ள தலைப்பெழுத்தன்களை எழுத்துக்கூட்டி உச்சரிக்கலாம் (எ.கா [aɪɑrɛs]). பொதுவாக முற்றுப்புள்ளிகள் இல்லாமல் தோன்றும் தலைப்பெழுத்தன்களைச் (எ.கா. *AIDS*, *ANSI*, *ASCAP*) சொல்லாக எழுத்துக்கூட்டவோ உச்சரிக்கவோ செய்யலாம். எனவே *AIDS* எனதை *aid* என்ற வினையின் படர்க்கை இட வடிவு போன்றே உச்சரிக்கலாம். லிபர்மான் மற்றும் சர்ச் (Liberman and Church, 1992) சொற்களாக உச்சரிக்கப்படும் தலைப்பெழுத்தன்களின் ஒரு சிறிய அகராதியை வைத்திருக்கவும் மீதமுள்ளவற்றை எழுத்துக்கூட்டவும் யோசனை கூறுகின்றார்.

2.4. உரையிலிருந்து-பேச்சில் மீக்கூறு

முன்னர் கூறிய வரிவடிவிலிருந்து ஒலிக்குச் செல்லும் மற்றிச் செயல்பாங்கு பேச்சை உருவாக்கும் உரையிலிருந்து-பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் பகுதிக்கு உள்ளீட்டின் முக்கியக் கூறை உருவாக்கும். உள்ளீட்டின் மற்றொரு முக்கிய பாகம் மீக்கூறின் குறிப்பீடாகும். மீக்கூறு என்ற கலைச்சொல் பொதுவாகச் சொற்களஞ்சியத்திலிருந்து ஆக்கப்பட்ட ஒலிகளின் தொடர்ச்சியால் விளக்கப்படாத ஒரு வாக்கியத்தின் உச்சரிப்பின் நோக்குகளைக் குறிப்பிட பயன்படும். மீக்கூறு ஒலிகளைக் காட்டிலும் நீண்ட மொழி அலகுகளின் மீது செயல்படும். எனவே இது மீக்கூறு நடப்பின் ஆய்வு என்று சிலநேரங்களில் அழைக்கப்படும். மீக்கூறுக்கு மூன்று முக்கிய ஒலியனியல் நோக்குகள் இருக்கின்றன: மேன்மை (prominence), அமைப்பு (structure) மற்றும் சுரம் (tune). மேன்மை அசையழுத்தத்தையும் (stress) ஒலியழுத்தத்தையும் (accent) உள்ளடக்கும். மேன்மை என்பது அசைகளின் தன்மையாகும். இது ஒரு அசை மற்றொரு அசையைக்காட்டிலும் மேன்மையுடையது என்று ஒத்தறி அடிப்படையில் விளக்கப்படும். உச்சரிப்புச் சொற்களஞ்சியங்கள் சொல்சார் அசையழுத்தத்தைக் குறியீடுசெய்யும். எடுத்துக்காட்டாக *table* என்பது அசையழுத்தத்தை அதன் முதல் அசையிலும் *machine* என்பது அதன் அசையழுத்தத்தை இரண்டாவது அசையிலும் கொண்டிருக்கும். *there*, *the* அல்லது *a* போன்ற செயல்பாட்டுச் சொற்கள் பொதுவாக ஒலியழுத்ததைக் கொண்டிருக்காது. சொற்கள் ஒன்றாக இணைக்கப்படுகையில், அவற்றின் ஒலியழுத்த அமைப்பொழுங்கு இணைந்து முழு வாக்கியத்திற்கும் ஒரு பெரிய ஒலியழுத்த அமைப்பொழுங்கை உருவாக்கும். எவ்வாறு ஒலியழுத்தங்கள் இணைகின்றன என்பதில் சீரானதன்மைகள் இருக்கின்றன. ஒலியழுத்தத்தின் இடம் கருத்தாடல் காரணிகளால் மிக வலுவாகப் பாதிக்கப்படும்.

சில சொற்கள் இயல்பாகவே ஒன்றாகக் குழுமுவதாகத் தெரிகின்றது என்ற அளவில் வாக்கியங்களுக்கு மீக்கூறு அமைப்பு இருக்கின்றது. சில சொற்களுக்கு அவற்றிற்கிடையில் காணத்தக்க இடைவெளி அல்லது பிரிநிலை இருக்கின்றது. பெரும்பாலும் மீக்கூறு அமைப்பு மீக்கூறு தொடராக்கம் (prosodic phrasing) அடிப்படையில் விளக்கப்படும். இப்பெரிய மீக்கூறு அலகுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் கலைச்சொற்கள் இசையோட்டத் தொடர் (intonational phrase or IP) இசையோட்ட அலகு (intonational unit) மற்றும் சுர அலகு (tone unit) என்பனவற்றை உள்ளடக்கும்.

2.4.1. மீக்கூறின் ஒலியல் அல்லது ஒலியியக்கவியல் நோக்குகள்

மூன்று ஒலியனியல் காரணிகள் ஊடாட்டம் செய்யும் மற்றும் அவை பல வேறுபட்ட ஒலியியல் மற்றும் ஒலியக்கவியல் நடப்புகளால் மெய்ப்படுத்தம் செய்யப்படும். மேன்மையான அசைகள் மேன்மையற்ற அசைகளைவிட பொதுவாக ஓசையுடையதாகவும் நீண்டதாகவும் இருக்கும். மீக்கூறுத் தொடர் எல்லைகள் பெரும்பாலும் விட்டிசையாலும் எல்லைக்கு முன்னர் அசையின் நீட்சியாலும் சில சந்தர்ப்பங்களில் எல்லையில் இசைமையின் குறைப்பாலும் தொடாப்படும். இசையோட்டச் சுரம் அடிப்படை நிகழ்வெண் (F0) வெளிவரம்பில் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது.

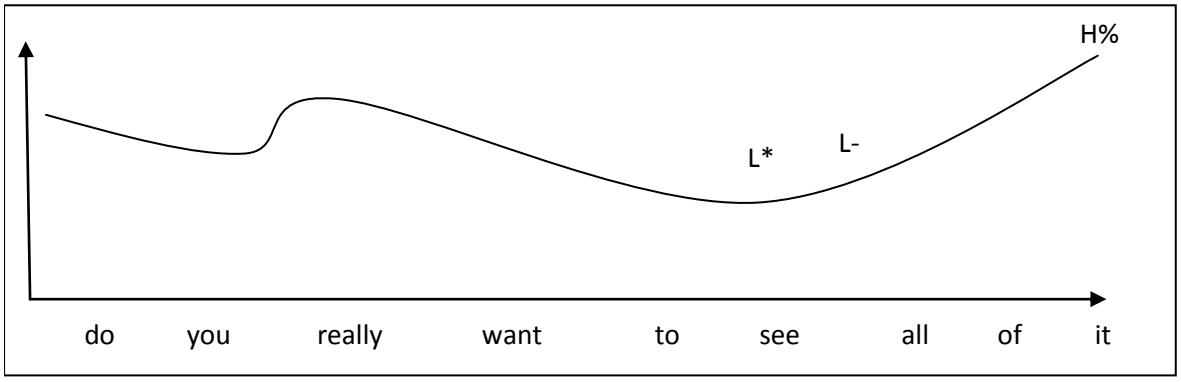
2.4.2. பேச்சு உருவாக்கத்தில் மீக்கூறு

உரையிலிருந்து-பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் ஒரு முக்கியமான வேலை மீக்கூறின் பொருத்தமான மொழி உருப்படுத்தத்தை உருவாக்குவாதாகும். அவற்றிலிருந்து வெளியீட்டு பேச்சு அலைவடிவில் வெளிப்படுத்தப்படும் பொருத்தமான ஒலியிக்க அமைப்பொழுங்கை உருவாக்குவதாகும். இத்தகைய மீக்கூறுப் பகுதியைக்கொண்ட ஒரு உரையிலிருந்து-பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் வெளியீடு ஒரு கால அளவும் F0 (இசைமை) மதிப்பும் உள்ள ஒலிகளின் தொடச்சியாகும். ஒவ்வொரு ஒலியின் கால அளவுவும் ஒலியியல் சார் சூழலைப் பொறுத்து அமையும். F0 மதிப்பு சொல்சார் அசை அழுத்தம், வாக்கியத்தில் ஒலியழுத்தம் செய்யப்பட்ட அல்லது கவனக்குவிப்பு செய்யப்பட்ட கூறு, கூற்றின் இசையோட்டச் சுரம் இவற்றையும் உள்ளடக்கிய முன்னர் விளக்கிய காரணிகளால் பாதிக்கப்படுள்ளது. பின்வரும் படம் FESTIVAL-இலிருந்து (Black et al, 1999) Do you really want to see all of it? என்ற வாக்கியத்தின் உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் மாதிரி வெளியீட்டைக் காட்டும். படம் இரண்டில் காட்டப்பட்ட F0 மதிப்புகளுடன் கூடிய இந்த வெளியீடு அலைவடிவ உருவாக்க கூறுக்கான உள்ளீடாகும். கால அளவு CART-நடை தீர்மானக் கிளையமைப்பால் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது (Jurafsky and Martin, 2000:133).

படம் 1: Do you really want to see all of it? என்ற வாக்கியத்தின் FESTIVAL (Black et al., 1999) வெளியீடு. படம் 2-இல் சரியான இசையோட்ட வடிவத்தோற்றம் தர்ப்பட்டுள்ளது Jurafsky and Martin, 2000:133).

				H*										L*		L-H%			
do		You		really				want				to		see		all		of		it	
d	uw	y	uw	r	lh	l	iy	w	aa	n	t	t	ax	s	iy	ao	l	ah	v	ih	t
110	110	50	50	75	64	57	82	57	50	72	41	43	47	54	130	76	90	44	62	46	120

மாதிரி வக்கியத்திற்கு FESTIVAL-ஆல் இணைப்பாக்க ஒழுங்கமைப்பால் உருவாக்கப்பட்ட F0 வடிவத்தோற்றம் (Jurafsky and Martin, 2000:133).

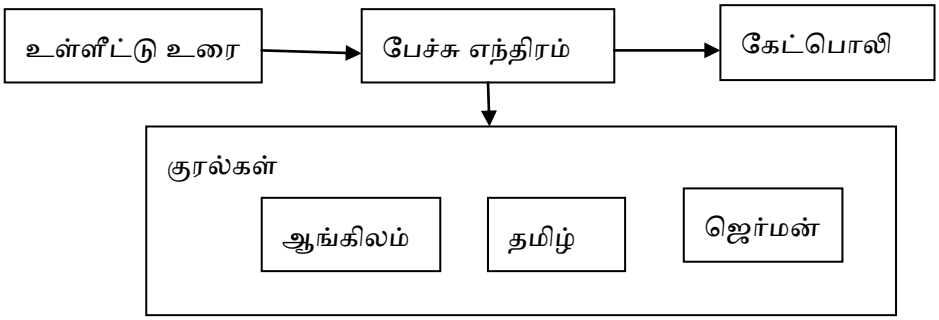


முன்னர் பரிந்துரைகப்பட்டது போல், எந்த அசையை ஒலியழுத்தம் செய்யவேண்டும் எந்த அசையை சுரத்தை பயன்படுத்தவேண்டும் போன்ற உண்மை உலக அறிவு மற்றும் பொருண்மையியல் சார் தகவல் தேவை ஆகையால் மீக்கூறு அமைப்பொழுங்கை தீர்மானிப்பது கடினமானதாகும். இவ்வகையிலான தகவல்களை உரையிலிருந்து பிரித்தெடுப்பது கடினம் எனவே மீக்கூறு தொகுதிகள் உள்ளீடு செய்யப்பட்ட பனுவலில் ஒரு "நடுநிலை அறிவிப்பு" பதிப்பை விளைவிக்க நோக்கம் கொண்டுள்ளது.

3. உரையிலிருந்து பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கம்

பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கம் மனிதப் பேச்சின் செயற்கைத்தன்மையான உற்பத்தி; இது படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்று பேச்சு குறிகையை எழுத்துவடிவப் பனுவலாக மாற்றும் செயல்பாடாகும். மேலும் நாம் தமிழ் பனுவல்-பேச்சு ஒழுங்குமுறை உருவாக்குவதாய் இருந்தால் இவ்வொழுங்குமுறை எந்த எழுத்துவடிவ உள்ளீட்டையும் ஏற்கவேண்டும். இதைக் கருத்திற்கொண்டு கணினி பேச்சைப் பற்றி ஒரு சில வேறுபடுத்தல்கள் செய்வது தேவையாகும். ஏதாவது பேச்சை ஒலிப்பதிவு செய்து கணிப்பொறியில் சேமித்துவைத்து ஒலிக்கச்செய்து கேட்கலாம். பல ஒழுங்குமுறைகள் இதைத்தான் செய்கின்றன; விடை எந்திரம் (answer machine) பதிவு செய்யப்பட்ட செய்திகளைத் திரும்ப ஒலிக்கின்றது; வானொலிப்பெட்டி ஏற்கனவே பதிவுசெய்யப்பட்ட நேர்காணலைத் திரும்ப ஒலிக்கின்றது; இவ்வாறு பல ஒழுங்குமுறைகள் உள்ளன. உரை-பேச்சுக்குப் பின்னணியாக வரும் கருத்து என்னவென்றால் "திரும்ப ஒலிக்கப்படும்" செய்திகள் உண்மையிலேயே ஒலிப்பதிவு செய்யப்பட்டவை அல்ல. திரும்ப ஒலிக்கச் செய்யும் நடத்தையிலிருந்து அடுத்தபடியான நடவடிக்கை பொதுவான சொற்களையோ ஒலிப்பதிவு செய்து திரும்பச் சேர்ப்பதாகும்; இந்த நுட்பம் தொலைபேசி உரையாடல் சேவைகளில் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சில வேளைகளில்

பயன்விளைவு ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடியதாய் இருக்கும்; சில வேளைகளில் ஏற்றுக்கொள்ள இயலாததாய் இருக்கும்; செயற்கையாக ஒன்றுசேர்க்கப்பட்ட பேச்சு செயற்கையாக இருக்கும். மாறாக உரை-பேச்சு விரும்பப்படுகிற செய்தி உண்மையிலேயே பேசப்பட்டாலும் இல்லாவிட்டாலும் எதையும் பேச்சும் இலக்கைக் கொண்டது.



3.1. பேச்சு

பேச்சுக் குறிகை (speech signal) ஒலி மூலத்திற்கும் கேட்பவருக்கும் இடையிலுள்ள ஊடகத்தில் ஏற்படும் அழுத்த மாற்றங்களின் வரிசையாகும். பேச்சுக் குறிகையின் மிகப் பொதுவான உருப்படுத்தம் பெரும்பாலும் அலைவடிவம் (wave form) என்று அழைக்கப்படும் ஆசிலோகிராம் (ocillogram) ஆகும். பேச்சு மனித முன் தொண்டை, தொண்டை, வாய், நாக்கு இவற்றின் வழியாகச் செல்லும் காற்றின் போக்கில் ஏற்படும் தடைகளால் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. உயிரொலிகளை உள்ளடக்கிய குரல் ஒலிகள் ஓரளவு சீரான அமைப்பொழுங்கைக் காட்டுகின்றன. குரலொலிகள் இயல்பாக அதிக சக்தியைக் கொண்டிருக்கின்றது; ஸ் போன்ற குரலிலா ஒலிகள் சீரற்ற அமைப்பொழுங்கைக் கொண்டிருக்கும். ஒரு பேச்சு குறிகையை ஒலியன்களின் அல்லது நோட்டங்களின் வரிசையாகப் புரிந்துகொள்ளப்படலாம். பொதுவாகக் கூற்று அதிக அளவில் வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்ற ஐ.பி.எ. ஒலியியல் நெடுங்கணக்கால் (IPA Phoneic Alphabet) ஒலிபெயர்க்கப்படுகின்றது.

பேச்சு குறிகையை உருப்படுத்தம் செய்யும் மற்றொருவழி இசைமை ஆய்வால் உற்பத்திசெய்யபடும் ஒன்று. பேச்சு இரு பாகங்களைக் கொண்ட இயற்பியல் செயற்பாங்கு ஆகும்: ஒலி மூலத்தின் (குரல்வளை மடல்கள்) மற்றும் இறுத்தலின் (நாக்கு, உதடுகள், பல் போன்றவற்றால்) உற்பத்திப் பொருள். இசைமை ஆய்வு இறுதி பேச்சுக் கூற்றை ஆய்வதால் ஒலி மூலத்தின் அடிப்படை நிகழ்வெண்ணைக் கண்டுபிடிக்க முயலுகின்றது. அடிப்படை நிகழ்வெண் குரல்வளை மடல்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஒலியின் முனைப்பான நிகழ்வெண்ணாகும். எவ்வாறு கேட்பவர்கள் பேசுபவர்களின் இசையோட்டதையும் அசை

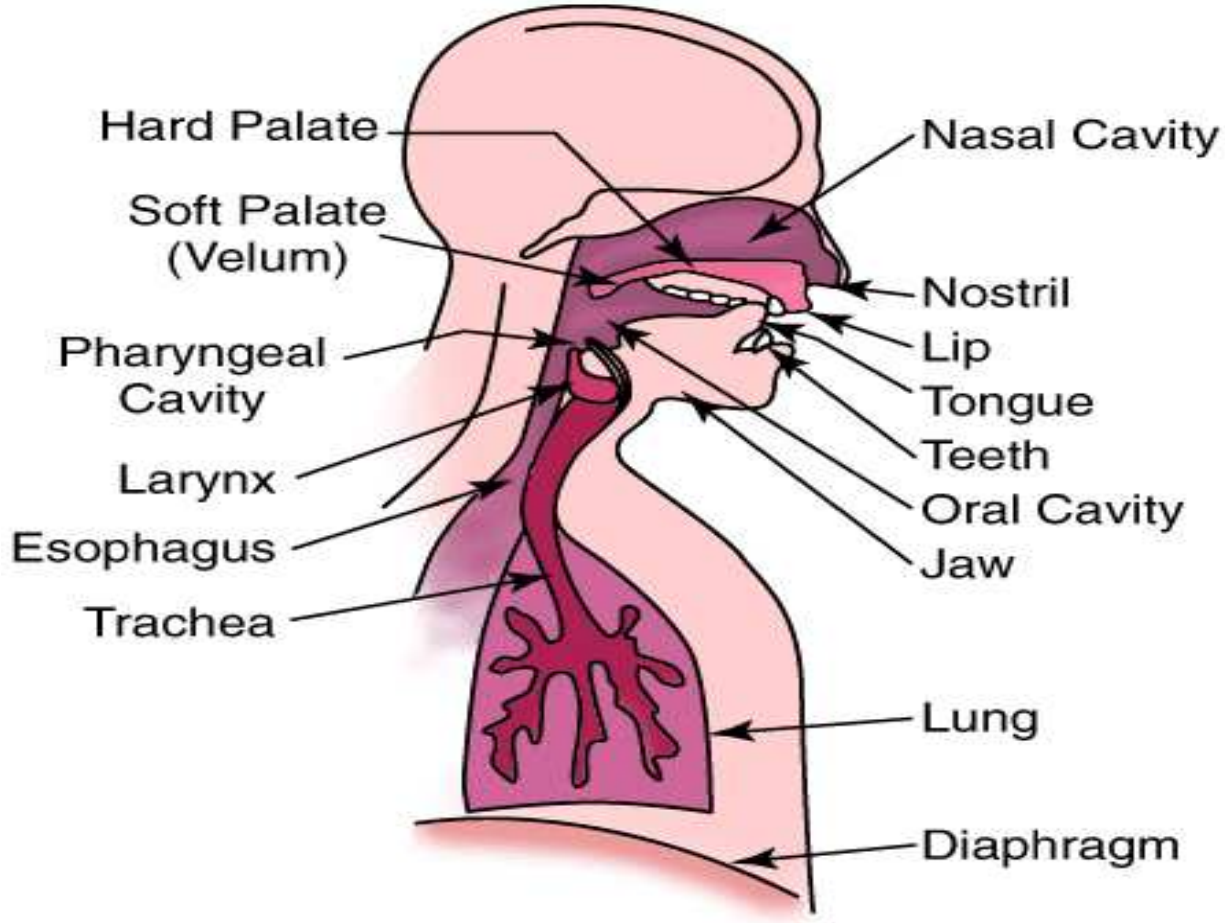
அழுத்தத்தையும் கேட்கின்றனர் என்பதற்கு வலுவான தொடர்புப்பொருத்தம் அடிப்படை நிகழ்வெண்ணாகும். ஆணின் இயல்பு F0 நிகழ்வெல்லை 80-200 Hz ஆகும்; பெண்களுக்கு 150-350 Hz ஆகும்.

3.2 பேச்சு உற்பத்தி

பேச்சு நுரையீரலிலிருந்து குரல்வளை, வாயறை, மூக்கறை வழியாகச் செல்லும் காற்றொழுக்கால் உருவாக்கப்படுகின்றது. இது மூன்று செயற்பாங்குகளை உட்படுத்தும்: தொடக்கம் (initiation), இழுமை (phonation), வாய்-மூக்குச் செயற்பாங்கு (oral-nasal process), ஒலிப்பு (articulation). நுரையீரல்களிலிருந்து காற்று வெளியேற்றப்படுவது தொடக்கச் செயற்பாங்கு ஆகும். தொண்டையில் நிகழும் செயற்பாங்கு இழுமை ஆகும்.

தொண்டைக் காற்று வழியில் இரண்டு செங்குத்தான மடல்களைக் கொண்டிருக்கின்றது; அவை குரல்வளை மடல்களாகும் (vocal folds). மடல்களுக்கு இடையிலுள்ள இடைவெளி குரல்வளையாகும் (glottis). குரல்வளையை அதன்வழியே காற்று போகாதபடி மூட இயலும் அல்லது குரல் ஒலிகளை ஒலிக்கும் விதத்தில் குரல்வளை மடல்களை அதிரச்செய்ய இயலும் படி குறுகிய திறப்பைக் கொண்டிருக்கச் செய்யவியலும். இறுதியாக இயல்பான மூச்சுவிடும் போது அதை அதிகமாகத் திறக்க இயலும்; இதனால் குரல்வளை மடல்களின் அதிர்வு குறைக்கப்பட்டு குரலிலா ஒலிகள் உற்பத்தி செய்யப்படும்.

தொண்டை, மேல்தொண்டை வழியாகச் சென்ற பின்னர் காற்று வாயறை அல்லது மூக்கறை வழியாகச் செல்ல இயலும். பின்னண்ணம்/கடையண்ணம் இந்தத் தேர்வுக்குப் பொறுப்பான பகுதியாகும். வாய்-மூக்குச் செயற்பாங்கு மூக்கு மெய்யொலிகள் மற்றும் பிற ஒலிகளைத் தீர்மானிப்பதற்கு உதவும். இறுதிச் செயற்பாங்கு வாயறையில் நிகழும் ஒலிப்புச் செயற்பாங்கு ஆகும்; இந்தச் செயற்பாங்கு பெரும்பாலான பேச்சொலிகளை வேறுபடுத்த மனிதனுக்கு உதவுகின்றது. பேச்சு உற்பத்தியின் உடலியங்கியல்/உடற்கூறியல் கீழே படத்தில் தரப்பட்டுள்ளது. பேச்சு உற்பத்தி பற்றி இயல் 3இல் விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

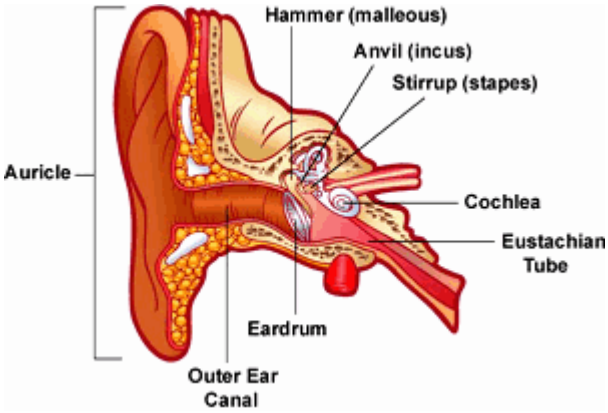


Hard palate ‘வல்லண்ணம்’, trachea ‘முச்சுகுழல், teeth ’பல், Soft palate ‘மெல்லண்ணம்’, nasal cavity ‘மூக்கறை, oral cavity ‘வாயறை’ Pharangeal cavity ‘மேல்தொண்டைஅறை, nostril ‘மூக்குத் துளை, jaw ‘தாடை, Larynx ‘தொண்டை’ lip ‘இதழ்’, lung ‘நுரையீரல்’, Esophagus ‘உணவுகுழல்’, tongue ‘நா’, diapharam ‘உந்தி/உதரவிதானம்’.

3.3 பேச்சு கேட்புணர்வு

கேட்புணர்வு ஒழுங்கமைப்பில் இரண்டு முக்கியமான கூறுகள்/பகுதிகள் உள்ளன: வெளிப்படையான கேட்பு உறுப்புகள் (காதுகள்) மற்றும் கேட்பு நரம்பு ஒழுங்குமுறை (மூளை). காது ஒலிப்பு அழுத்த குறிகையை ஆய்கின்றது; முதலில் அதைப் பேசிலியார் தோல்/ஜவ்வு மீது எந்திரத்தன்மையான அதிர்வு அமைப்பொழுங்குகளாக மாற்றுகின்றது; பின்னர் கேட்பு நரம்பால் கடத்தப்பட்ட துடிப்புகளின் வரிசைகளால் உருப்படுத்தம் செய்கின்றது. கேட்புணர்வுத் தகவல் கேட்பு நரம்பு ஒழுங்கமைப்பின் பல்வேறு நிலைகளில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது.

மனிதக் காது மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது: வெளிக்காது, நடுக்காது, அகக்காது. வெளிகாது காணக்கூடிய வெளிப்பகுதி, ஒலி பயணிக்கும் குழாய் வடிவ வெளி கேட்புக் குழாய் (external auditory canal) இவற்றைக் கொண்டிருக்கும். குழாய் அதன் ஒரு முனையில் காதுமுரசால் (ear drum) மூடப்பட்டிருக்கும். காற்று அழுத்த வேறுபாடுகள் காதுமுரசை அடைந்தது அதை அதிரச்செய்யும்; இந்த அதிர்வுகளை அதன் எதிர் பக்கம் இருக்கும் எழும்புகளுக்குக் கடத்தும். உள்வரும் ஒலி அழுத்த அலை போன்ற அதே நிகழ்வெண்ணில் (சுருங்குதல், விரிதல் இவை மாறிமாறி நிகழ்தல்) காதுமுரசின் அதிர்வெண் இருக்கும். நடுக்காது காற்று நிரப்பப்பட்ட இடைவெளி அல்லது அறை ஆகும். இந்த அறையுடன் மூக்கையும் தொண்டையையும் இணைக்கும் குழாய்வழி காற்று நடுக்காது அறைக்குப் பயணிக்கும். அகக் காதுக்கு (காக்ளியா) (cochlea) எலும்பு இடைமுகத்தில் இருக்கும் சிறிய தோல் ஓ வடிவச் சாளரம் (oval window) ஆகும். காக்ளியாவின் சுவர்கள் எலும்பாக இருப்பதால் சக்தியானது ஸ்டேப்களின்/உட்செவி எலும்புகளின் (stapes) எந்திரம்சார் செயல்பாட்டல் ஓ-வடிவ சாளரத்தின் மேல் போர்த்தப்பட்டுள்ள/இழுக்கப்பட்டுள்ள தோல்/ஜவ்வுமீது ஒரு பதிப்பாகக் கடத்தப்படுகின்றது. காதின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



Hammer ‘சுத்தி’, Auricle ‘காதுமடல்’, Outer ear canal ‘வெளிக்காது குழாய், Anvil ‘பட்டறை எலும்பு’, Stirrup ‘அங்கவடி எலும்பு, Cochlea ‘அகக்காது, Ear drum ‘காது முரசு, Eustachian tube ‘நடுச்செவிக் குழல்’

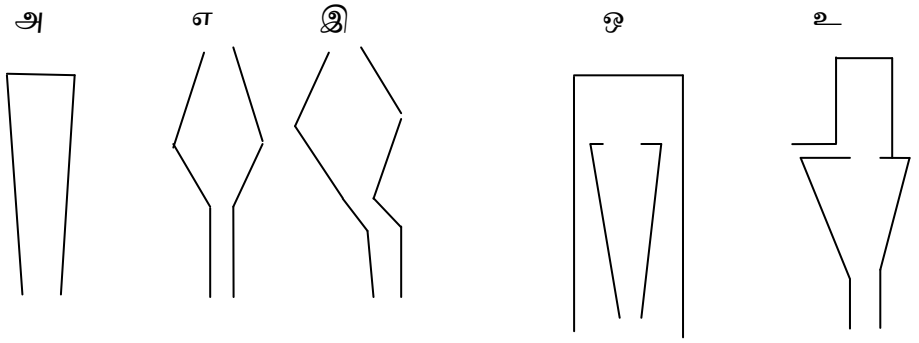
ஒலி கேட்புணர்வுக்கு அகக்காதின்/உட்காதின் தேவையான அமைப்பு/பகுதி காக்ளியா ஆகும்; இது ஒலியின் உருப்படுத்தத்தை மூளைக்கு கடத்தும் கேட்பு நரம்புடன் நேரடியாகத் தொடர்புகொள்கின்றது. சுருள் பகுக்கப்பட்டுள்ளது; முதன்மையாக நீளவாக்கில் ஓடும் பாசிலார் ஜவ்வாலும்/தோலாலும் இரண்டு திரவம் நிரப்பப்பட்ட அறைகளாலும் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. காக்ளியாவை ஏறக்குறைய இறுக்கும் வங்கியாயக் கருத இயலும்; இதன்

வெளியீடுகள் அதிர்வெண்-இட மாற்றம் நிறைவேற்றப்பட வேண்டி இடத்தால் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளது. காக்ளியாவின் அடிக்கு அண்மையிலிருக்கும் இறுப்பான்கள் உயர்ந்த நிகழ்வெண்களுக்கு பதிலளிப்பு செய்கின்றது; உச்சிக்கு அண்மையில் இருப்பவைகள் குறைந்த நிகழ்வெண்களுக்குப் பதிலளிப்பு செய்கின்றது. நரம்புக் கடத்தல் செயற்பாங்கு இதைத் தொடர்கின்றது மற்றும் ஸ்பெக்ட்ரல் குறிகையைக் (spectral signal) கிட்டத்தட்ட பண்புக்கூறு பிரித்தெடுக்கும் கூறு/பகுதிக்கு பொருத்தமுறும் கேட்பு நரம்பின் (auditory nerve) செயல்பாட்டு குறிகைகளாக மாற்றுகின்றது.

3.4 பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கத்தின் வரலாறு

பல நூற்றாண்டுகளாக மனித இனத்தின் கனவாகச் செயற்கைப் பேச்சு இருந்தது. குறிகை ஆய்வைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்னர் மனிதப் பேச்சை உருவாக்க இயலும் சில எந்திரங்களை உருவாக்குவதற்கு முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கம் (speech synthesis) இயந்திரச்சார்பிலிருந்து மின்சாரம்சார் கூட்டிணைப்பாக மாறியது; இயந்திரம்சார் கூட்டிணைப்பாக்கம் 1779-இல் தொடங்கப்பட்டது. 1779-இல் ரஷ்யப் பேராசிரியரான கிறிஸ்டியன் கிராட்செண்டைன் (Christian Kratzenstein) ஐந்து நெட்டுயிர்களுக்கு (அ, எ, இ, ஒ) இடையேயுள்ள உறுப்பியல்சார் வேறுபாடுகளை விளக்கினார்; அவர் அவற்றைச் செயற்கையாக உற்பத்திசெய்யக் கருவியை உருவாக்கினார். கிராட்செண்டைன் படத்தில்காட்டியுள்ளது போன்று மனிதப் பேச்சுக்குழாயுடன் ஒற்றுமையுள்ள ஒலியியக்க ஒலியூக்கிகளை (acoustic resonators) உருவாக்கினார்; இசைக்கருவிகள் போன்று அதிர்வுறும் நாக்கால் ஒலியூக்கிகளைச் செயற்படுத்தினார்.

கிராட்செண்டைனின் ஒலியூக்கிகள் (Kratzenstein's resonators)



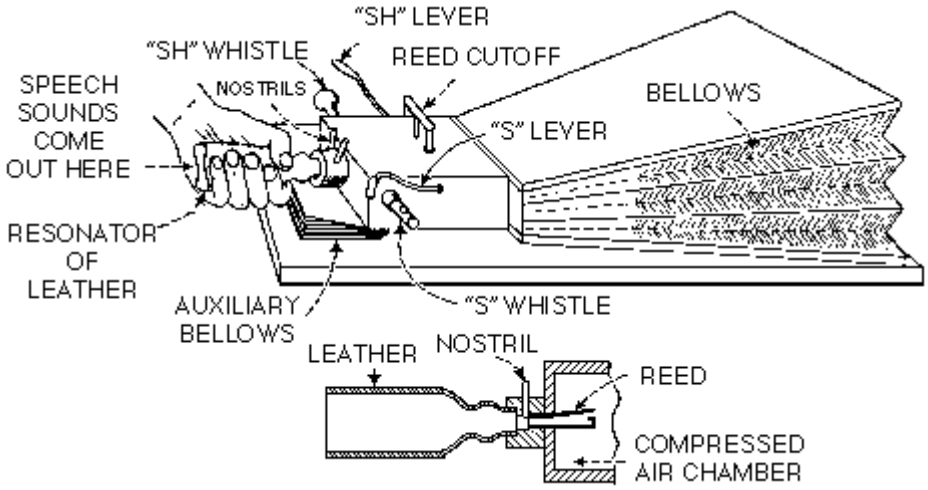
1791-இல் வோல்ஃப்காங்க் வோன் கெம்ப்ளென் (Wolfgang von Kempelen) "ஒலியியக்க எந்திரப் பேச்சு எந்திரம்" (Acoustic-Mechanical Speech Machine) என்பதை

அறிமுகப்படுத்தினார். அது சில தனி ஒலிகளையும் ஒலிச் சேர்க்கைகளையும் உற்பத்தி செய்ய முடிந்தது.

வோல்ஃப்காங்க் வோன் கெம்ப்ளென் ஒலியியக்க எந்திர பேச்சு எந்திரம்

அதன்பின்னர் 1837-இல் சார்லஸ் வீட்ஸ்டோன் (Charles Wheatstone) என்பவர் வான் கெம்ப்ளெனின் மாதிரி அடிப்படையில் ஒரு பேசும் எந்திரத்தை உருவாக்கினார். இந்தப் பேச்சு எந்திர வகை உயிரொலிகளையும் பெரும்பாலான மெய்யொலிகளையும் உற்பத்திசெய்ய முடிந்தது; இது ஒலிச்சேர்க்கைகளையும் முழுச் சொற்களையும் உற்பத்தி செய்ய முடிந்தது.

வீட்ஸ்டோனின் பேசும் எந்திரம் (Wheatstone's speaking machine)

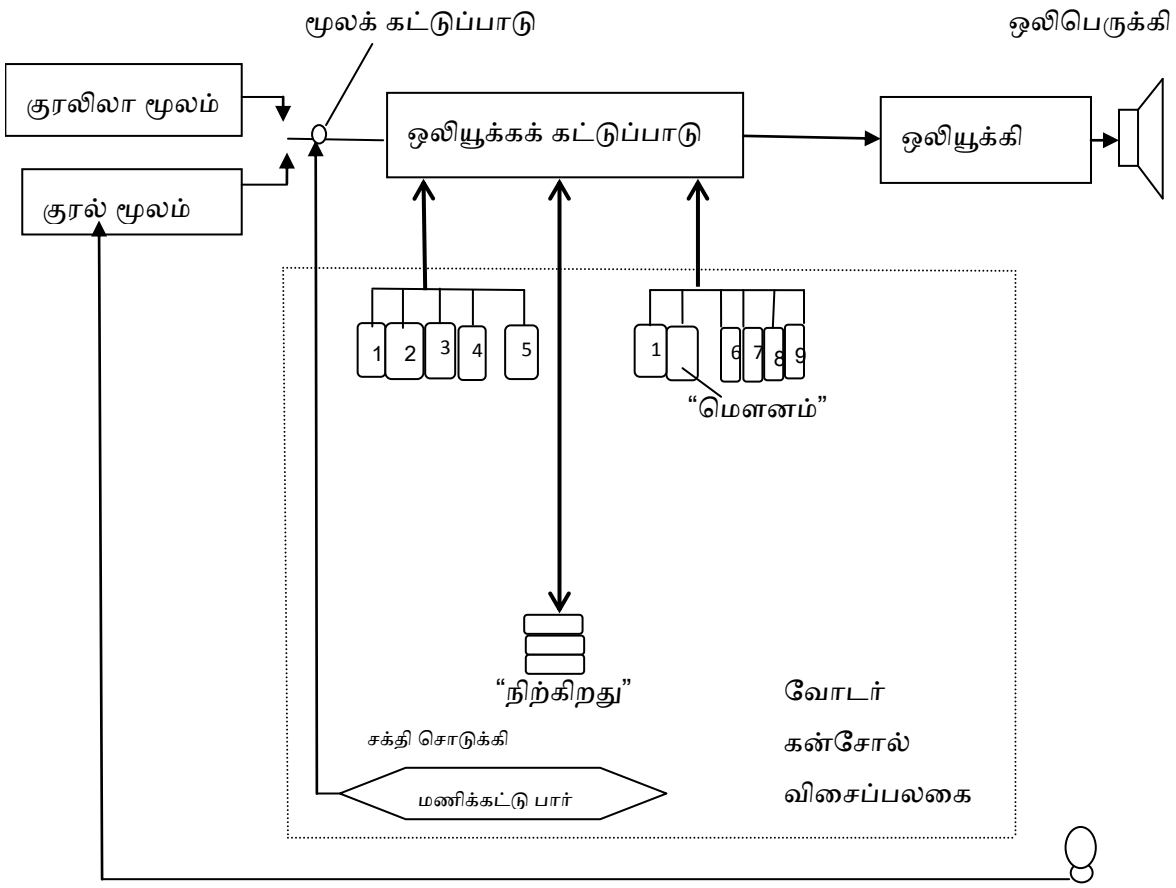


மின்னியல்சார் கூட்டிணைப்பாக்கக் கருவி (Electrical synthesis device) 1922-இல் உருவாக்கப்பட்டது. முதல் மின்னியல்சார் கூட்டிணைப்புக் கருவி ஸ்டேவார்ட் (Stewart) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இந்த எந்திரம் தனி நிலையான உயிரொலிகளை உற்பத்தி செய்தது; ஆனால் மெய்யொலிகளையும் கூற்றுக்களையும் உற்பத்தி செய்யவில்லை.

1932-இல் ஒபாட்டா (Obata), டெஷிமா (Teshima) என்ற ஜப்பனிய ஆய்வாளர்கள் உயிரொலிகளில் மூன்றாவது ஒலிச்செறிவைக் கண்டுபிடித்தனர். முதல் மூன்று ஒலிசெறிவுகளும் பொதுவாகப் புரியத்தக்கப் பேச்சு கூட்டிணைப்பாக்கத்திற்குப் போதுமானதாகக் கருதப்பட்டது.

இருப்பினும் பேச்சுக் கூட்டிணைப்பானாகக் (speech synthesizer) கருத்தப்பட்ட முதல் கருவி 1939-இல் ஹோமர் டட்லே (Homer Dudley) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இந்தக் கருவி வோடர் (VODER – Voice Operating Demonstrator) என்று பெயரிடப்பட்டது. இது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது விசைப்பலகையால் இயக்கப்படும் மின்னணுசார் பேச்சு ஆய்வியாகும்; கூட்டிணைப்பான் 1930களின் மையத்தில் பெல் லாபால் (Bell lab) உருவாக்கப்பட்டது. வோடரைப் பயன்படுத்துவது கடினம். மட்டுமன்றி இந்த இயந்திரத்தால் உற்பத்திசெய்யப்பட்ட பேச்சின் பண்பும் புரிதிறனும் நல்லதல்ல. இந்த ஒழுங்குமுறை செயற்கைப் பேச்சை உற்பத்தி செய்வதில் அதன் திறன் காரணமாகப் புகழ்பெற்றது.

வோடர் பேச்சுக் கூட்டிணைப்பான் (VODER speech synthesizer)



வோடரின் செய்முறை விளக்கத்திற்குப் பின்னர் அறிவியல் உலகம் பேச்சு கூட்டிணப்பாக்கத்தில் அதிக விருப்பத்தைக் காட்டியது. வோடரின் அடிப்படை அமைப்பும் கருத்தும் பேச்சின் மூலம்-இறுப்பான்–மாதிரி (source-filter-model) தற்போதைய ஒழுங்குமுறைகள் போன்றதே. பிராங்கிளின் கூப்பர் (Franklin Cooper) மற்றும் அவர்தம் உதவியாளர்கள் 1951-இல் ஹாஸ்கின்ஸ் ஆய்வுக்கூடத்தில் (Haskins laboratory) அமைப்பொழுங்கு திருப்பி ஒலிக்கும் கூட்டிணைப்பானை (pattern playback synthesizer) உருவாக்கினர். இது பதிவுசெய்யப்பட்ட நிறமாலை நிழற்பட/ஒலிவர்ணனைப்பட அமைப்பொழுங்கை மூல அல்லது மாற்றப்பட்ட வடிவில் ஒலிகளாகத் திரும்ப மாற்றியது. நிறமாலை நிழற்பட/ஒலிவர்ணனைப்பட அமைப்பொழுங்கு ஒளிப்புகவல்ல பெல்ட் மீது ஒளிசார்ந்ததாக/ஆப்டிக்கலாகப் பதிவிக்கப்படுகின்றது.

PAT (Pragmatic Artificial Talker) முதல் ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கி ஆகும்; இது வால்டர் லாரன்சால் (Walter Lawrence) 1953-இல் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. பாட் இணையாக இணைக்கப்பட்ட மின்னணு ஒலிச்செறிவு ஒலியூக்கிகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. உள்ளீட்டு குறிகை பஸ்-ஆகவோ இரைச்சலாகவோ (buzz or noise) இருக்கும். நகரக்கூடிய கண்ணாடி ஸ்லைடு (moving glass slide) மூன்று ஒலிச்செறிவு நிகழ்வெண்களை (formant frequencies), குரல், அலைவீச்சு, அடிப்படை அதிர்வெண் (fundamental frequency), இரைச்சல் அலைவீச்சு (noise amplitude) இவற்றைக் கட்டுப்படுத்த ஆறு காலச் செயல்பாடுகளாக வர்ணம்பூசிய அமைப்பொழுங்குகளை மாற்றப் பயன்படுத்தினர். குன்னார் ஃபண்ட் (Kunnar Fant) 1950-இல் முதலில் ஒழுக்கு ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைபாக்கி (cascade formant synthesizer) ஓவ் 1 (OVE I) (OVE- Orator Verbis Elecris) அறிமுகப்படுத்தினார்; இது ஒழுக்கில் இணைக்கப்பட்ட ஒலிச்செறிவு ஒலியூக்கிகளைக் கொண்டது. 1962-இல் ஃபாண்டும் மார்ட்டோனியும் (Fant and Martony) மேம்படுத்தப்பட்ட ஓவ் 2 (OVE II) கூட்டிணைப்பாக்கியை அறிமுகப்படுத்தினார்; இது உயிரொலிகள், மூக்கொலிகள், தடைமெய்யொலிகள் இவற்றிற்குப் பேச்சுக்குழலின் கடத்தல் செயல்பாட்டை மாதிரிப்படுத்தத் தனிப் பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. குரல், உயிர்ப்பு இரைச்சல், உராய்வு இரைச்சல் என்பன சாத்தியமான துண்டல்கள் ஆகும்.

பாட் மற்றும் ஓவ் (PAT and OVE) இவற்றை ஆய்ந்த பின்னர் ஜாண் ஹோல்ம்ஸ் (John Holmes) 1972-இல் இணை ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கியை (paralle formant synthesizer) அறிமுகப்படுத்தினார். 1978-இல் ரிச்சர்ட் காக்னான் (Richard Gagnon) மலிவான வோட்ராக்ஸ் அடிப்படையிலான டைப்-என்–டாக் ஒழுங்குமுறையை (Votrax-based Type-n-Talak system) அறிமுகப்படுத்தினார். 1982-இல் ஸ்ட்ரீட் எலக்ட்ரானிக்ஸ் (Street Electronics) எதிரொலி மலிவு ஒலியிருமை கூட்டிணைப்பாக்கியை (Echo low-cost diaphone synthesizer) அறிமுகப்படுத்தினார். தற்காலப் பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கத் தொழில்நுட்பங்கள் மிகச் சிக்கலான நவீனமான நெறிமுறைகளையும் வழிமுறைவரைவுகளையும் உள்ளடக்கியது. ஒன்றிணைப்பாக்கப் பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கம், ஹிட்டன் மார்க்கோவ் மாதிரிகள் (HMM models) அடிப்படையிலான கூட்டிணைப்பாக்கம் என்பன அண்மையில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள தற்கால நெறிமுறைகள் ஆகும்.

4. பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக அணுகுமுறைகள்

பேச்சு மனிதவினம் ஒருவருக்கொருவர் கருத்துக்களைப் பரிமாறிக்கொள்ளும் இயற்கையான முறையாகும். பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கம் செய்கையாக, குறிப்பாகக் கணினியைப் பயன்படுத்திப் பேச்சைக் கூட்டிணைப்பாக்கம் செய்யும் செயல்முறையாகும்.

மனிதப் பேச்சை பாவிக்கும்/போலச்செய்யும் ஒலி உருவாக்கம் கீழ் மட்டக் கூட்டிணைப்பாக்கம் என்று கூறப்படுகின்றது. மேல்மட்ட கூட்டிணைப்பாக்கம் எழுதப்பட்ட உரையை/பனுவலை அல்லது குறியீடுகளைக் கீழ்மட்ட உருவாக்க ஒழுங்குமுறையை இயக்கப் பொருத்தமான விருப்பப்பட்ட ஒலியியக்கக் குறியீடுகளின் அருவ உருப்படுத்தமாக மாற்றுவதை விளக்குகின்றது. உற்பத்தியின் நெறிமுறைகளின் அடிப்படையில் பேச்சு கூட்டிணைப்பாக்கத்தை நான்கு முக்கியமான வகைப்பாடுகளாக வகைப்படுத்தலாம்.

1 ஒலிப்பியல் கூட்டிணைப்பாக்கம் (Articulatory synthesis)

2. ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கம் (Forman snynthesis)

3. இணைப்பு கூட்டிணைப்பாக்கம் (Concatenative synthesis)

4. எச்.எம்.எம். அடிப்படையிலான கூட்டிணைப்பாக்கம் (HMM based synthesis)

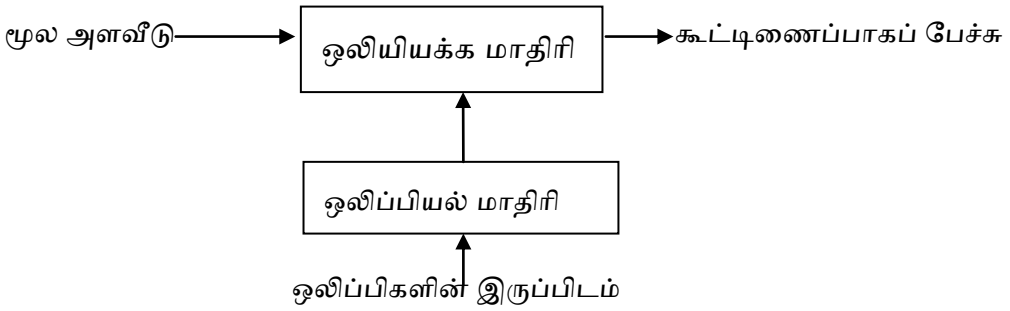
4.1. ஒலிப்பியல்சார் கூட்டிணைப்பாக்கம்

பேச்சுக் குழாயின் மாதிரியைப் பயன்படுத்தி பேச்சு ஒலிகளை உற்பத்திசெய்வது ஒலிப்பியல் சார் கூட்டிணைப்பாக்கம் (articulatory synthesis) ஆகும்; இது நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ பேச்சு ஒலிப்பிகளின் இயக்கத்தை ஊக்குவிக்கின்றது. பேச்சுக்குழாயின் வடிவத்தைப் பல வழிகளில் கட்டுப்படுத்த இயலும்; இது நாக்கு, தாடை, உதடுகள் போன்ற பேச்சு ஒலிப்பிகளின் இருப்பை மாற்றுவதை உட்படுத்தும். பேசுக்குழாயின் உருப்படுத்தம் வழி காற்றின் ஓட்டத்தை டிஜிட்டலாக போலச்செய்வதால்/பாவிப்பதால் பேச்சு உருவாக்கப் படுகின்றது. ஒலிப்பியல்சார் கூட்டிணைப்பாகத்தில் இணை ஒலிப்பு விளைவுகள் இயற்கையாக வருகின்றது. குரல்வளைசார் மூலப் பண்புக்கூறுகள், பேச்சுக்குழாய் மற்றும் குரல்வளை மடல்கள் இவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஊடாட்டம், துணை குரல்வளைசார் ஒழுங்குமுறையின் பங்களிப்பு மற்றும் மூக்குக் குழாய் மற்றும் மூக்குத் துளைகள் (sinus cavities) இவற்றுடன் இதைச் சரியாகக் கையாள இயலும்.

ஒலிப்பியல்சார் உருவாக்கம் படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்று இரு மதிரிகளை இணைக்கின்றது. ஒலிப்பியல் மாதிரியில் பேச்சுக் குழல் பல சிறிய பகுதிகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது மற்றும் தொடர்புடைய குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகள் (cross-sectional areas) பேச்சுக் குழாய்ப் சிறப்புப் பண்புகளை உருப்படுத்தம் செய்வதற்கு அளவீடுகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஒலியியக்கவியல் மாதிரியில் ஒவ்வொரு குறுக்கீடான பரப்புகளும் மின்சார அனலாக் கடத்து லைனால் (electrical analog transmission line) தோராயமாக்கப்பட்டுள்ளது.

கீழே தரப்பட்டுள்ள ஒலிப்பியல் சார் மாதிரி பேச்சு உற்பத்தியின் முக்கியமான கூறுகளை உருப்படுத்தம் செய்கின்றது; இது தனது எல்லைகளை முறையே குரல்வளையிலும்

வாயிலும் இடமாகக் கொண்ட ஒலியியக்கக் குழாயின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பின் வேறுபாட்டைப் பிரதிபலிக்கும் பரப்புச் செயல்பாட்டின் கணிப்பு அதன்முக்கிய நோக்கமாகும்.



பேச்சுக்குழாயின் ஜியாமண்டரிக் பரப்பு (geomenteric area) ஒலிப்பைப் பற்றிய நமது புரிந்துகொள்ளலுக்கு முக்கியமாகும் மற்றும் அது பேச்சு உருவாக்கத்திற்கு முக்கியக் காரணியாகும். பேச்சு உருவாக்கத்தின் ஒலியியக்கக் கோட்பாடு அடிப்படையில் சீரற்ற மற்றும் கால மாறுபாட்டுடைய குறுக்குவெட்டுப் பரப்புகள் மனிதப் பேச்சுக் குழாயை ஒரு ஒலியக்கக் குழாயாக (acoustic tube) மாதிரியாக்கம் செய்ய இயலும். வேறுபட்ட மொழி ஒலிகளை உற்பத்தி செய்ய அது கிளர்ச்சி மூலத்தை (excitation source) ஒழுங்குபடுத்துகிறது. ஒலிப்பு இடங்கள் குறிப்பிடப்பட்டுவிட்டால் குறுக்குவெட்டுப் பரப்புகள் பேச்சுக்குழாய் எல்லைக்கோட்டின் மீது ஒரு சல்லடை அமைப்பை (grid structure) ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக வைப்பதால் கணிக்கப்படுகின்றது. இந்த சல்லடைக் கோடுகள் (grid lines) ஒலிப்பிகளின் இருப்பிடம் அடிப்படையில் வேறுபடுகின்றது (அவைகள் மெர்மெல்ஸ்டென் மாதிரியில் (Mermelstein's model) நிறுவப்படுகின்றது). மொத்தம் 60 பகுதிகள், பேச்சுகுழாய்க்கு 59 பகுதிகள் மற்றும் நமது மாதிரியில் பயன்படுத்தப்படும் குரல்வளையின் வெளியேற்றும் வழிக்கு ஒரு பகுதி (நிலையான நீளம் மற்றும் பரப்பு) நமது மாதிரியில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அம்புவடிவ தூரம் (sagittal distance) பின்வய-மேல்வய மற்றும் முன்வய-கீழ்வய வெளிஎல்லைக் கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள சல்லடைக் கோடு பகுதியாக வரையறை விளக்கம் செய்யப்படுகின்றது.

பேச்சுக்குழாயின் மையக்கோடு பக்கத்திலுள்ள சல்லடைக் கோடுகளின் மையப் புள்ளிகளை இணைப்பதால் உருவாக்கப்படுகின்றது. மையக் கோட்டின் நீளம் பேச்சுக்குழாயின் நீளத்திற்குச் சமமானதாகக் கருதப்படுகின்றது. அம்புவடிவ தூரம் இறுதியில் அனுபவாத சூத்திரங்களால் (empiric formulas) குறுக்குவெட்டு பரப்புகளாக மாற்றப்படுகின்றது. பேச்சு உற்பத்தியின் ஒலியியக்கக் கோட்பாடு அடிப்படையில் நாம் தரப்பட்ட பேச்சுக்குழல் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பிலிருந்து ஒலிச்செறிவு நிகழ்வெண்களைக்

கணிக்க இயலும். தரப்பட்ட பேச்சுக்குழலின் ஒலியியக்கவியல் மாற்றச் செயல்பாட்டைக் கணிப்பதிலிருந்து ஒலிச்செறிவு நிகழ்வெண்களை ஆக்கக்கூறுகளாகப் பிரிப்பது எளிது. பேச்சுக்குழல் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு பேச்சுக் குறிகளைப் பற்றிய ஒலியியக்கவியல் தகவல்களைத் (ஒலிச்செறிவு நிகழ்வெண்களை) தருகின்றது. இறுதியாக நாம் அதைக் கட்டுப்பாடுகளுடன் கூடிய பல்பரிமாண வரிசையல்லாத உத்தமமாக்கச் சிக்கலாகக் (multi dimensional nonlinear optimization problem) கருதுகின்றோம் மற்றும் உத்தம ஒலிப்பு வெக்டாராகக் (optimum articulatory vector) கணிக்கின்றோம்.

மனிதப் பேச்சு ஒழுங்கமைப்பின் ஒலியியக்க மாதிரி பல துணைமாதிரிகளைக் கொண்டுள்ளது. பேச்சுக்குழல் மற்றும் மூக்குக்குழல் மாதிரிகள் (vocal tract and nasal tract models) இந்தக் குழல்களில் ஓசை பரவலைப் பாவிக்கின்றது. கிளர்வுறல் மூல மாதிரி பேச்சுக்குழலுக்கு குரல் கிளர்வுறல் அலைவடிவுகளை (voice excitation waveforms) உருவாக்குகின்றது. உரசொலிகள் மற்றும் அடைப்பொலிகளுக்குரிய இடுக்குகளில் கிளர்ந்தெழும் காற்றொழுக்கு ஓசை மூலத்தால் உருவாக்கப்படுகின்றது. பரவல் மாதிரி (radiation model) உதடுகளிலிருந்தும் மூக்குத்துவாரங்களிலிருந்தும் பரவும் ஒலியியக்கச் சக்தியைப் பாவிக்கின்றது. பேச்சுக்குழல், எலும்பு உட்புழைகளுடன் கூடிய மூக்குக் குழல், குரல்வளை தடை, துணைக் குரல்வளை குழல், கிளர்தல் மூலம், மற்றும் கிளர்தல் இரைச்சல் மூலம் இவற்றை உட்படுத்தும் பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் கடத்தல்-கோடு சுற்று மாதிரி (transmission-line circuit model) உருவாக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பேச்சுக் குழல் துணை ஒழுங்கமைப்பின் ஒலியியக்க மாதிரியும் ஆயப்படுகிறது.

ஒரு நடைமுறை ஒலிப்பு கூட்டிணைப்பாக்கி (practical articulatory synthesizer) போச்சுக்குழல், எலும்பு உட்புழைகளுடன் கூடிய மூக்குக் குழல், குரல்வளைத் தடைகள், துணை குரல்வளை ஒழுங்குமுறை, கிளர்வுறல் மூலம், கிளர்தல் ஓசை மூலம் இவற்றை உட்படுத்தும். பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் ஒலியியக்க சமன்பாடுகள் பரிந்துரைக்கப்பட்ட ஒலிப்பு கூட்டிணைப்பாக்கிக்கு வேண்டி உருவாக்கப்படுகின்றது. காலப்புல அணுகுமுறை (time-domain approach) பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் இயக்கப் பண்புக்கூறுகளைப் பாவிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பேச்சுக் குழல் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு அல்லது ஒலிப்பு அளகைகள் (articulatory parameters), நேர்கோட்டு அல்லது ஆர்க் டான் செயல்பாட்டைப் (arc tan function) பயன்படுத்தி இரு அடுத்தடுத்த சட்டங்களுக்கு இடையில் செருகப்படுகின்றது. முறையாகத் திட்டமிடப்பட்ட ஒலிப்பு உருவாக்கிகள் உரசொலிகள் மற்றும் அடைப்பொலிகளின் எல்லா இயல்பான தேவையான விளைவுகளை மீள்ளுருவாக்கம் செய்யவும் உண்மையான பேச்சு உருவாக்கத்தில் நிகழும் பௌதிகச் செயல்பாடுகளை ஒக்கும்

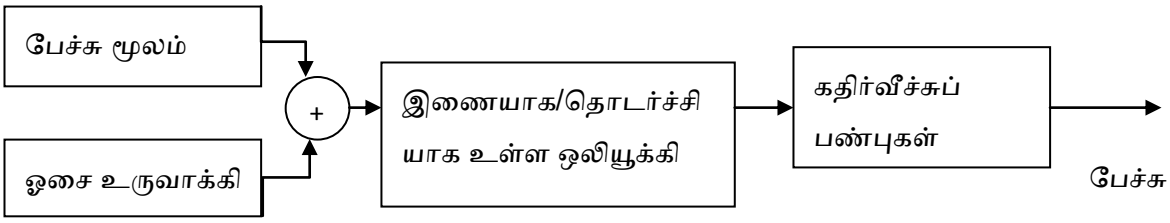
விதத்தில் இணை ஒலிப்பு மாற்றங்களையும் மூலக் குழாய் ஊடாட்டத்தையும் மாதிரிப்படுத்த இயலும்.

4.2 ஒலிச்செறிவுக் கூட்டிணைப்பாக்கம்

ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கம் (formant synthesis) ஓட்டநேரத்தில் மனிதப் பேச்சு மாதிரிகளைப் பயன்படுத்துவதில்லை. மாறாக ஒலியியக்க மாதிரிகளைப் பயன்படுத்தி வெளியீடு கூட்டிணைப்பாக்கம் செய்யப்பட்ட பேச்சு (output synthesized speech) உருவாக்கப்படுகின்றது. அடிப்படை நிகழ்வெண், குரல்படுத்தல் (voicing), இரைச்சல் நிலைகள் (noise levesl) போன்ற அளகைகள் செயற்கைப்பேசின் அலைவடிவை உருவாக்கும் படி கால அடிப்படையில் மாற்றப்படுகின்றது. இந்த அணுகுமுறை சிலவேளைகளில் விதி அடிப்படையிலான உருவாக்கம் (rule-based synthesis) என்று அழைக்கப்படுகின்றது; இருப்பினும் சிலர் பல ஒன்றிணைக்கும் ஒழுங்குமுறைகள் ஒழுங்குமுறையின் சில பகுதிகளுக்கு விதி அடிப்படையிலான உட்கூறுகளை/பகுதிகளை பயன்படுத்துகின்றன என்று வாதிடுகின்றனர்,

ஒலிச்செறிவு உருவாக்கத் தொழில்நுட்பம் அடிப்படையிலான பல ஒழுங்குமுறைகள் கீழ்வரும் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் செயற்கையான, ரபோட்டிக் ஓசைப் பேச்சு மற்றும் வெளியீட்டை உருவாக்குகின்றது; இருப்பினும் அதிக இயற்கைத்தன்மை பேச்சு கூட்டிணைப்பாக்க ஒழுங்குமுறையின் (speech synthesis system) இலக்கு அல்ல; ஒலிச்செறிவு ஒழுங்குமுறைகள் (formant synthesis systems) ஒன்றிணைக்கும் ஒழுங்குமுறைகளைவிட (concatenative systems) சில அனுகூலங்களைக் கொண்டுள்ளன.

ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கம் செய்யப்பட்ட பேச்சு மிக அதிக வேகத்திலும் ஒன்றிணைப்பு ஒழுங்குமுறைகளைச் சிதைக்கும் ஒலியியக்கத் தடுமாற்றத்தை விலக்குவதால் நம்பகமான அளவில் புரியக்கூடியது. இரண்டாவது ஒலிச்செறிவுக் கூட்டிணைப்பாக்கிகள் ஒன்றிணைப்பு ஒழுங்குமுறைகளைவிட பெரும்பான்மையும் குறைந்த வழியமைப்புவரைவுகள் கொண்டது; ஏனென்றால் அவை பேச்சு மாதிரிகளின் தரவு அடிதளத்தைக் கொண்டிருக்கவில்லை. நினைவக இடம், ஆய்வு ஆற்றல் பெரும்பான்மையும் அரிதாக இருக்கிற உட்படு கணிப்புச் சூழல்களிலும் (embedded computing situations) அவற்றைப் பயன்படுத்த இயலும். இறுதியாக ஒலிச்செறிவு அடிப்படை ஒழுங்குமுறைகள் வெளியீட்டுப் பேச்சின் எல்லா நோக்குகளுடனும் முழுக் கட்டுப்பாடு கொண்டிருப்பதன் காரணமாகக் கேள்விகளையும் கூற்றுகளையும் மட்டுமல்லாமல் பலவகை உணர்ச்சிகளையும் பேச்சின் சுரங்களையும் வெளிப்படுத்தும் மீக்கூறு அல்லது இசையோட்டத்தின் அதிக வகைகள் வெளியீடாக இருக்கவியலும்.



4.3 ஒன்றிணைப்பு கூட்டிணைப்பாக்கம்

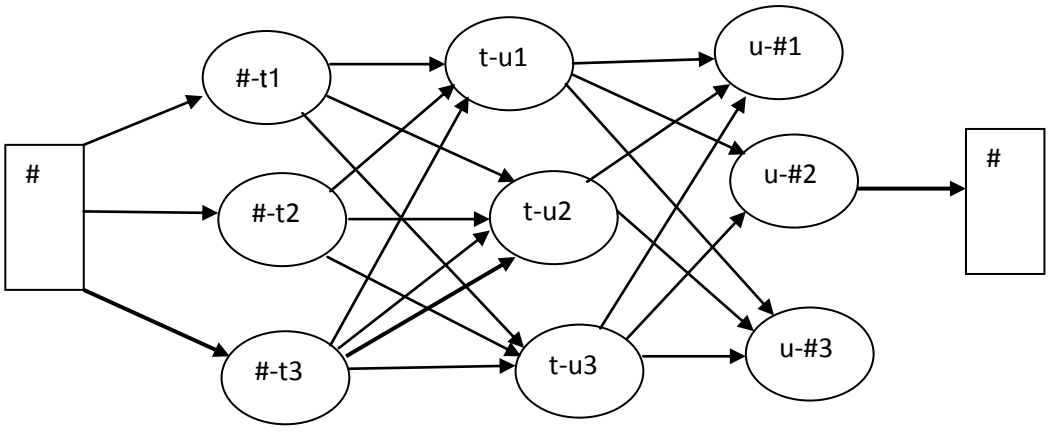
ஒன்றிணைப்புப் பேச்சு கூட்டிணைப்பாக்கம் (concatenative synthesis) இயல்பான பேச்சிலிருந்து ஆக்கப்பட்ட வேறுபட்ட நீளமுள்ள ஏற்கனவே பதிவுசெய்யப்பட்ட பேச்சு அலகுகளைப் பயன்படுத்தும் செயல்பாடாகும். ஒன்றிணைப்பு உருவாக்கத்தில் முன்பதிவுசெய்யப்பட்ட பேச்சின் தரவுதளத்திலிருந்து உள்ள பேச்சுக் கூறுகள் ஒன்றிணைக்கப்படும். ஒன்றிணைப்பு பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்க நுட்பங்கள் மூலம் பல வெற்றிகரமான ஒழுங்குமுறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இருப்பினும் ஒன்றிணைப்பாக்கத்தில் பல சிக்கல் உள்ளன. அதிக அளபு இயற்கைத்தன்மையான ஒலிகளை உருவாக்கவேண்டி அவைகள் கவனத்தில் கொள்ளப்படவேண்டும். சில சிக்கல்கள் கீழே பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

1. உருவாக்கப்பட்ட பேச்சில் இணைக்கப்படும் இடங்களில் தொடர்ச்சி இல்லாமை.
2. குறிப்பாக அசைகள், சொற்கள் போன்ற நீண்ட ஒன்றிணைப்பு அலகுகள் பயன்படுத்தப்படும்போது நினைவகத் தேவை பெரும்பான்மையும் அதிகமாகும்.
3. தரவைச் சேகரிப்பதற்கும் அடையாளப்படுத்துவதற்கும் பெரும்பான்மையும் காலம் அதிகமாகத் தேவைப்படும்.
4. வெளியீட்டுப் பேச்சு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தரவு அடித்தளத்தை அதிகமாகச் சார்ந்து அமையும்.

கோட்பாட்டு அடிப்படையில் எல்லா சாத்தியமான மாற்றொலிகளும் உட்படுத்தப்படவேண்டும்; இருப்பினும் தரத்திற்கும் மாதிரிகளின் எண்ணிக்கைகளுக்கும் இடையில் சலுகைகள் செய்துகொள்ளவேண்டும். ஒன்றிணைக்கப்படவேண்டிய பேச்சு அலகுகள் பதிவுசெய்யப்பட்ட ஒலியின் வேறுபட்ட இடங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுவதால் ஒலியைப் பதிவு செய்யும் போது எப்போதும் இசைமை ஒன்றுபோல் இருக்க இயலாததாலும் வேறுபட்ட சொற்கள் வேறுபட்ட இசைமகளைக் கொண்டிருப்பதாலும்

ஒன்றிணைக்கும் இடங்களில் தொடர்ச்சி இன்மை ஏற்படுகின்றது. இயல்பான ஒலியைப் பெறுவதற்காக இணைக்கப்படும் இடங்கள் அகற்றப்படவேண்டும்; இணைக்கப்படும் இரண்டு பேச்சு அலகுகளின் இசைமையைச் சமன்படுத்தி இதைச் செய்யவியலும்.

இந்தச் செயல்பாட்டில் நாம் தேவைப்படும் கூற்றுக்களை உருவாக்குவதற்காக முன்ஒலிப்பதிவு செய்யப்பட்ட தரவு அடித்தளத்திலிருந்து பேச்சின் கூறுகளைத் தெரிந்தெடுத்து ஒன்றோடு ஒன்று இணைக்கின்ற காரணத்தால் பின்வரும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள ஒன்றிணைப்பு உருவாக்கம் வெட்டி ஒட்டும் கூட்டிணைப்பாக்கம் (cut and paste synthesis) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. இந்தச் செயல்பாட்டில் நாம் தேவைப்படும் கூற்றுக்களை உருவாக்குவதற்காக முன்ஒலிப்பதிவு செய்யப்பட்ட தரவு அடித்தளத்திலிருந்து பேச்சின் கூறுகளைத் தெரிந்தெடுத்து ஒன்றோடு ஒன்று இணைக்கின்றோம்.



ஒலிப்பதிவு செய்வதற்குப் பொதுவான தேர்வு ஒலியன்களும் ஒலியிருமைகளும் (diphones) ஆகும்; ஏனென்றால் அவைகள் போதுமான நெகிழ்வு பெறுவதற்கு வேண்டியும் நினைவகத் தேவைகளைப் போதுமான அளவுக்கு வைப்பதற்கு வேண்டியும் குறுகி உள்ளன. பல காரணங்களால் அசைகள் அல்லது சொற்கள் போன்ற நீண்ட அலகுகளைப் பயன்படுத்துவது சாத்தியமில்லாதது மற்றும் நடைமுறைப் படுத்த இயலாதது ஆகும். ஒன்றிணைப்புகளில் ஒலியிருமைகளைப் (diaphones) பயன்படுத்துவது ஒலிப்புகளைக் கையாள நல்ல சாத்தியங்களைத் தருகின்றது; ஏனென்றால் ஒலியிருமைகள் ஒரு ஒலியனிலிருந்து மற்றொரு ஒலியனுக்கு மாறுவதையும் மற்றும் முதல் ஒலியனின் பின் பகுதியையும் இரண்டாம் ஒலியனின் முன் பகுதியையும் கொண்டிருக்கின்றது. இதன் விளைவாக ஒன்றிணைப்பு இடம் ஒவ்வொரு ஒலியனின் மையத்திலும் இடங்காணப்படும் மற்றும் இது ஒலியனின் நிலையான

இடமாக இருப்பதன் காரணமாக எல்லைகளில் ஏற்படும் வேறுபாட்டின் அளவு குறைவதை எதிர்பார்க்க இயலும். ஒரு தரவு அடித்தளத்தின் வேறுபட்ட ஒலியன்களின் எண்ணிக்கை கிட்டத்தட்ட 40-இலிருந்து 50-க்குள் இருக்கையில் பொருத்தமுள்ள ஒலியிருமைகளின் எண்ணிக்கை இயல்பாக 1500-இலிருந்து 2000 வரைக்கும் இருக்கும்; இருப்பினும் இந்த அளவு தரவு அடித்தளத்தைக் கொண்ட கூட்டிணைப்பாக்கி பொதுவாகச் செயல்முறைப்படுத்தத் தக்கதாகும்.

பொதுவாக ஒருங்கிணைப்பாக்கம் மிக இயற்கையான உருவாக்கப்பட்ட பேச்சை உருவாக்கும். இருப்பினும் பேச்சில் உள்ள இயற்கையான வேறுபாடுகளுக்கும் அலைவடிவுகளைக் கூறிடுவதற்கான தானியக்கமான நுட்பங்களின் இயல்புக்கும் இடையிலான வேறுபாடுகள் வெளியீட்டில் கேட்கத்தக்க தடுமாற்றத்தில் விளையும். ஒன்றிணைப்பாகத்தின் மூன்று முக்கியத் துணை வகைகள் உள்ளன.

4.4 அலகுத் தேர்வு கூட்டிணைப்பாக்கம்

அலகுத் தேர்வு கூட்டிணைப்பாக்கம் (unit-selection synthesis) பதிவு செய்யப்பட்ட பேச்சின் பெரிய தரவு அடித்தளங்களைப் பயன்படுத்துகின்றது. தரவு அடித்தள உருவாக்கத்தின் போது ஒவ்வொரு பதிவுசெய்யப்பட்ட கூற்றும் பின்வருவனவற்றின் சிலவாக அல்லது எல்லாமாகக் கூறிடப்படும்: தனிப்பட்ட ஒலிகள், ஒலியிருமைகள், அரையொலிகள், அசைகள், உருபன்கள், தொடர்கள், மற்றும் வாக்கியங்கள். இயல்பாகக் கூறுகளாக்கும் பகுப்பு சிறப்பாக மாற்றப்பட்ட ஒரு பேச்சுப் புரிவான் குழுமத்தைப் பயன்படுத்தி அலைவடிவம், நிறமாலை நிழற்படம்/ஒலியியக்க வர்ணனைப்படம் போன்ற காட்சி உருப்படுத்தங்களைப் பயன்படுத்தி பின்னர் சில கையாலான திருத்தங்களுடன் ஒரு “கட்டாயப்படுத்தப்பட்ட வரிசையாக்க” முறைக்குச் செய்யப்படுகின்றது. பேச்சு தரவு அடித்தளத்தில் அலகுகளின் சொல்லடைவு, பகுப்பு மற்றும் அடிப்படை நிகழ்வெண் (இசைமை), காலம், அசையில் இருப்பிடம், அடுத்துவரும் ஒலிகள் போன்ற ஒலியியக்க அளகைகளின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்படுகின்றது. வழிமுறைவரைவு இயக்கக் காலகட்டத்தில் (runtime) விரும்பப்பட்ட இலக்குக் கூற்று தரவு அடித்தளத்திலிருந்து தேர்வை நாடும் அலகுகளின் நற் தொடர்ச்சியியை உறுதிசெய்வதால் உருவாக்கப்படுகின்றது. இந்தச் செயல்பாடு சிறப்பாக மதிப்பீடுசெய்யப்பட்ட தீர்மானக் கிளையமைப்பைப் பயன்படுத்தி வழக்கமாகச் சாதித்துக்காட்டப்படுகின்றது.

அலகுத் தேர்வு பதிவுசெய்யப்பட்ட பேச்சுக்கு இலக்கவெண்ணியல்/டிஜிட்டல் குறிகை/சமிக்கைப் பகுப்பாய்வின் (digital signal processing) குறைந்த அளவையே பயன்படுத்துவதன் காரணமாக அதிக இயற்கைத்தன்மையை வழங்குகின்றது.

இலக்கவெண்ணியல் குறிகைப் பகுப்பாய்வு பெரும்பான்மையும் பதிவுசெய்யப்பட்ட பேச்சை குறைந்த அளவு இயல்பானதாகச் செய்கின்றது; சில ஒழுங்குமுறைகள் அலைவடிவை நேர்த்திசெய்ய ஒன்றிணைக்கும் இடத்தில் குறிகைப் பகுப்பாய்வின் குறைந்த அளவையே பயன்படுத்துகின்றன. நல் அலகுத்தேர்வு ஒழுங்குமுறைகளின் (best unit selection systems) வெளியீடு முக்கியமாகப் பனுவலிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறை ஒத்திசைவு செய்யப்பட்ட சூழல்களில் பெரும்பான்மையும் உண்மையான மனிதக் குரல்களிலிருந்து வேறுபடுத்த இயலாதனவாய் உள்ளன. இருப்பினும் அதிகப்படியான இயற்கைத்தன்மை இயல்பாக அலகுத் தேர்வு பேச்சுத் தரவு அடித்தளத்தளங்களை மிகப் பெரிதாக வேண்டுகின்றது; சில ஒழுங்குமுறைகளில் பேசின் நீண்ட மணிநேரங்களை உருப்படுத்தம் செய்யும் கிகாபைட் அளவிலான பதிவு செய்யப்பட்ட தரவை வேண்டும். மேலும் தரவு அடித்தளத்தில் நற் தேர்வு சாத்தியம் இருந்தபோதிலும் குறைந்த பேச்சு கூட்டிணைப்பாக்கத்தை விளைவிக்கும் கூறுகளையே தேர்வுசெய்யும் வழக்கத்திற்கு அலகுத் தேர்வு வழிமுறை வரைவுகள் (unit selection algorithms) அறியப்படுவன ஆகும்.

4.5 ஒலியிருமை கூட்டிணைப்பாக்கம் (Diaphone synthesis)

ஒலியிருமைக் கூட்டிணைப்பாக்கம் (Diaphone synthesis) மொழியில் நேரும் எல்லா ஒலியிருமைகளையும் கொண்டிருக்கும் குறைந்த அளவிலான பேச்சுத் தரவு அடித்தளத்தைப் பயன்படுத்துகின்றது. ஒலியிருமைகளின் எண்ணிக்கை மொழியின் ஒலியன் வரன்முறையை (phonotactics) பொறுத்து அமையும். ஒலியிருமைக் கூட்டிணைப்பு உருவாக்கத்தில் ஒவ்வொரு ஒலியிருமைக்கும் ஒரேயொரு எடுத்துக்காட்டுதான் பேச்சுத் தரவு அடித்தளத்தில் இருக்கும். வழியமைப்பு இயக்கக் காலகட்டத்தில் ஒரு வாக்கியத்தின் இலக்கு மீக்கூறு இலக்கவெண்ணியல் குறிகை பகுப்பாய்வு நுட்பங்களின் மூலம் இந்தக் குறைந்த அலகுகள் மீது சுமத்தப்படும். விளைவிக்கப்படும் பேச்சு அலகுத்தேர்வு ஒழுங்குமுறைகளைக் காட்டிலும் பொதுவாக மோசமானதாக இருக்கும்; ஆனால் ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கிகளின் வெளியீட்டைக் காட்டிலும் அதிக இயல்பானதாக இருக்கும். ஒலியிருமை கூட்டிணைப்பாகம் ஒன்றிணைப்பு கூட்டிணைப்பாகத்தின் ஒலிசார் தடுமாற்றங்களாலும் ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கத்தின் செயற்கை ஒலிப்பு இயல்பாலும் குறையுற்றிருக்கும்; சிறிய அளவு என்பதைத் தவிர இவ்விரு அணுகுமுறைகளிலிருந்தும் குறைந்த அளவு அனுகூலங்களையே கொண்டுள்ளது. எனவே இதன் வணிகவயமான பயன்பாடுகள் குறைகின்றன; இருப்பினும் பல மென்பொருள் நடைமுறைப்படுத்தல்கள் இலவசமாகக் கிடைப்பதன் காரணமாக இது தொடர்ந்து ஆய்வில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது.

4.6 பொருண்மைக்களச் சிறப்புக் கூட்டிணைப்பாக்கம் (Domain-specific synthesis)

பொருண்மைக்களச் சிறப்புக் கூட்டிணைப்பாக்கம் (Domain-specific synthesis) முழு கூற்றையும் உருவாக்க முன் ஒலிப்பதிவு செய்யப்பட்ட சொற்களையும் தொடர்களையும் ஒன்றிணைக்கின்றது. இது பயணக் கால அட்டவணை அறிவிப்புகள் அல்லது வானிலை அறிக்கைகள் போன்ற ஒரு குறிப்பிட்ட பொருண்மைக் களத்தை எல்லைப்படுத்தும் வெளியீடுகளின் பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இத்தொழில் நுட்பம் நடைமுறை படுத்துவதற்கு எளியது மற்றும் பேசும் கடிகாரங்கள் கணிப்பான்கள் போன்ற கருவிகளில் நீண்டகால வணிகப் பயன்பாடு கொண்டுள்ளது. வாக்கிய வகைகள் எல்லைக்குட்பட்டு இருப்பதாலும் மற்றும் அவை மூல ஒலிப்பதிவுகளின் மீக்கூறு மற்றும் இசையோட்டத்துடன் நெருக்கமாகப் பொருந்துவதாலும் இவ்வொழுங்கமைப்புகளின் இயற்கைத்தன்மை நிலை மிகவும் உயர்ந்ததாய் இருக்க இயலும்.

இவ்வொழுங்கமைப்புகள் அவற்றின் தரவு அடித்தளங்களில் சொற்கள் மற்றும் தொடர்களால் எல்லைப்படுத்தப்பட்டுள்ளதாலும் அவை பொது நோக்கத்திற்கு உகந்ததல்ல மற்றும் அவை முன் வழியமைப்பு செய்யப்பட்ட சொற்கள் மற்றும் தொடர்களின் ஒன்றிணைப்புகளை மட்டுமே கூட்டிணைப்பு உருவாக்கம் செய்ய இயலும்.

4.7 எச்.எம்.எம். அடிப்படையிலான கூட்டிணைப்பு உருவாக்கம் (HMM based synthesis)

எச்.எம்.எம். அடிப்படையிலான கூட்டிணைப்பாக்க அணுகுமுறை (HMM based synthesis) ஹிட்டன் மார்க்கோவ் மாதிரிகள் அடிப்படையிலானது. இந்த ஒழுங்குமுறையில் நிகழ்வெண் நிறமாலை/அலைமாலை (பேச்சுக் குழாய்), அடிப்படை நிகழ்வெண் (பேசு மூலம்), பேச்சின் கால அளவு (மீக்கூறு) என்பன எச்.எம்.எம்.களால் ஒரே நேரத்தில் மாதிரிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பேச்சு அலைகள் கூடுதல் சாத்திய அளவீடு (maximum likelihood criterion) அடிப்படையில் உருவாக்கப்படுகின்றது.

இவ்வொழுங்கமைப்பு இரண்டு நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது: பயிற்சி நிலை, (training stage) கூட்டிணப்பாக்கம் (சோதனை) (testing). பயிற்சி நிலையில் ஒலியன் எச்.எம்.எம்.கள் பேச்சு தரவு அடித்தளத்தைப் பயன்படுத்திப் பயிற்சி செய்யப்படுகின்றது. நிறமாலை/அலைமாலை (spectrum), அடிப்படை நிகழ்வெண் (F0) என்பன பல்லொழுக்கு எச்.எம்.எம்.களால் மாதிரிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன; இதில் நிறமாலை/அலைமாலை மற்றும் F0 பகுதிகளுக்கு வெளியீட்டு வினியோகங்கள் (output distributions) முறையே தொடர்ச்சியான நிகழ்வுத்தகவு வினியோகம் (continuous probability distribution) மற்றும் பல் இடைவெளி நிகழ்வுத்தகவு விநியோகம் (multi-space probability distribution) இவற்றைப் பயன்படுத்தி மாதிரிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன

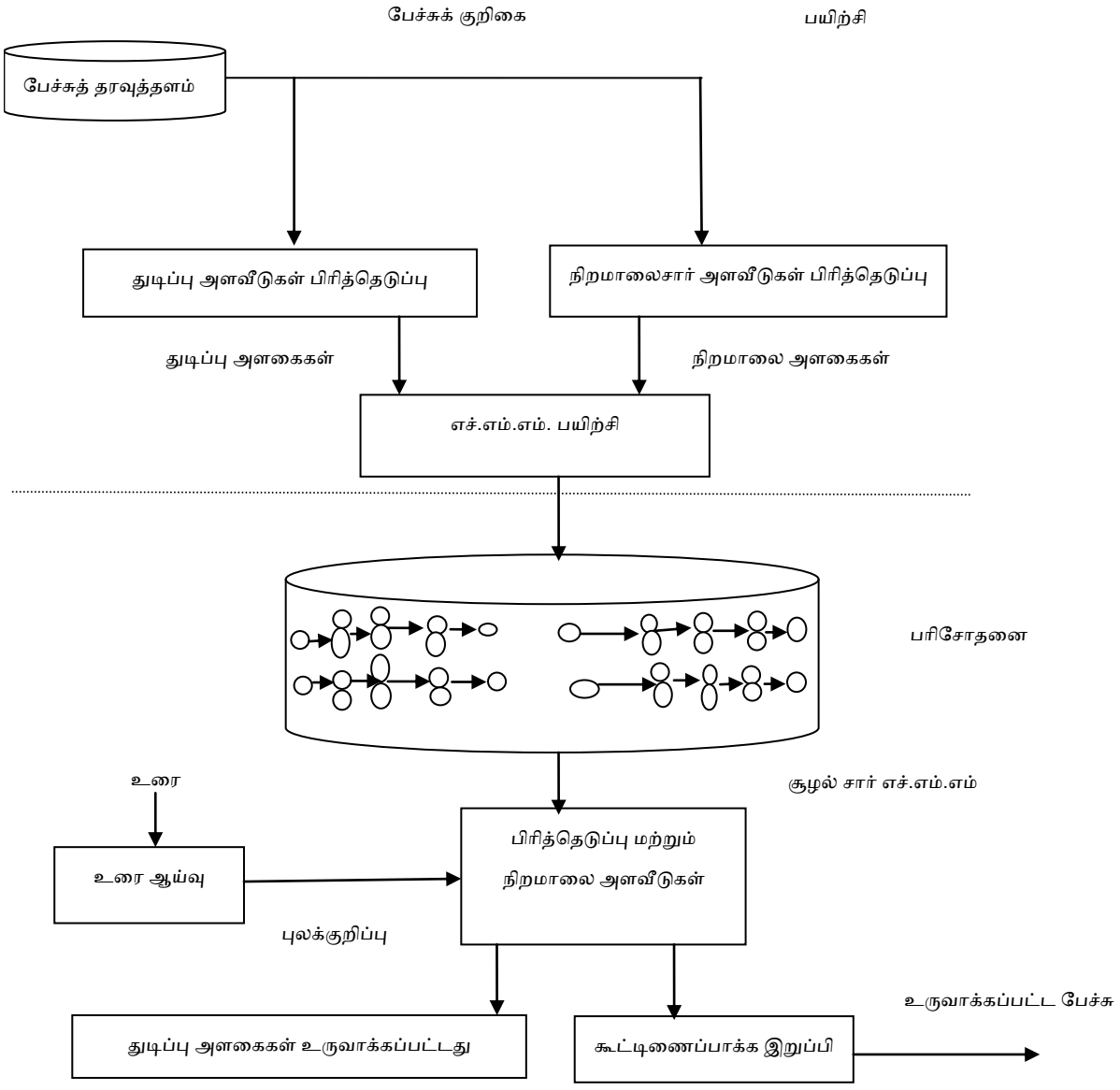
நிறமாலை/அலைமாலை மற்றும் F0 இவற்றின் வேறுபாடுகளை மாதிரிப்படுத்த ஒலியியல், மீக்கூறு, ஒலியன் அடையாளக் காரணிகள், அழுத்தம் தொடர்பான காரணிகள், இடம்சார் காரணிகள் போன்ற மொழிச் சூழல் காரணிகள் கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றன. பின்னர் தீர்மானக் கிளை அடிப்படையிலான சூழல் கொத்தாக்க நுட்பம் (decision tree based context clustering technique) சூழல் சார் ஒலியன் எச்.எச்.எம்.களின் நிறமாலை/அலைமாலை மற்றும் F0 பகுதிகளுக்குத் தனித்தனியாக பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இறுதியாக நிலை கால அளவுகள் பல்பரிமாண காசியன் வினியோகங்களால் (multi-dimensional Gaussian distributions) மாதிரிப்படுத்தப்படுகின்றது மற்றும் நிலைக் கொத்தாக்க நுட்பம் (state clustering technique) கால அளவு மாதிரிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எச்.எம்.எம். இன் கட்டு வரைபடம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

கூட்டிணைப்பாக்க (பரிசோதனை) நிலையில் தரப்பட்ட ஒரு பனுவல் சூழல் சார் ஒலியன் புலக்குறிப்பு தொடர்ச்சியாக மாற்றப்படுகின்றது. புலக்குறிப்புத் தொடர்ச்சி அடிப்படையில் ஒரு வக்கியம் எச்.எம்.எம். சூழல்சார் ஒலியன் எச்.எச்.எம்.களை ஒன்றிணைப்பதால் உருவாக்கப்படுகின்றது. ஒலியன் கால அளவுகள் நிலை கால அளவு வினியோகங்களைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படுகின்றது; பின்னர் நிறமாலை/அலைமாலை மற்றும் F0 அளகை தொடர்ச்சிகள் வாக்கிய எச்.எம்.எம்.-இலிருந்து எம்.எல். அளவீடு அடிப்படையில் பெறப்படுகின்றது. இறுதியாக எம்.எல்.எஸ்.எ.-ஐப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட மெல்-செப்ட்ரல் (Mel-septral) மற்றும் F0 அளகை தொடர்ச்சிகள் இவற்றிலிருந்து இறுப்புப் பேச்சு (filter speech) கூட்டிணைப்பாக்கப்படுகின்றது.

இந்த அணுகுமுறையில் பேசும் பாணிகள்/நடைகள் இரண்டு வழிகளில் மாதிரிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது: “நடை/பாணி சார் மாதிரியாக்கம்” அல்லது “நடை கலவை மாதிரியாக்கம்”. நடைசார் மாதிரியாக்கத்தில் ஒவ்வொரு நடையும் தனித்தனியாக மாதிரிப்படுத்தப்படுகின்றன. மாறாக நடைக் கலவை மாதிரியாக்கத்தில் பேசும் பாணிகளும்/நடைகளும் உணர்ச்சி வெளியீடுகளும் சூழல் காரணிகளாகவும் ஒலியியல் மற்றும் மொழியியல் காரணிகளாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றது; மற்றும் எல்லா நடைகளும் ஒரே நேரத்தில் ஒரு தனியான ஒலியியக்க மாதிரியால் மாதிரிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்விரு மாதிரியாக்க அணுகுமுறைகளுக்கும் ஒரே நிறைவேற்றத்தைக் கொண்டிருக்கும் மற்றும் பதிவு செய்யப்பட்ட பேச்சுடன் ஒற்றுமையுள்ள பேச்சைச் கூட்டிணைப்பாக்கம் செய்வது சாத்தியமாகும்.

நம்மிடம் வேறுபட்ட இரு நபர்களின் இரு பேச்சு நடை மாதிரிகள் இருந்தால் இரு நபர்களின் மாதிரிகளை இடைச் செருகுவதால் இரு பேசுபவர்களுக்கு இடையில் இடைப்பட்ட

குரல் சிறப்புப்பண்புகளைக் கொண்ட பேச்சைக் கூட்டிணைப்பாக்கம் செய்ய இயலும். இதற்கு நாம் கவனக்கணிப்புகளுக்கு (observation) இடைச்சொருகல் எனப்படும் எளிய இடைச்சொருகல் நெறிமுறையைப் (interpolation method) பயன்படுத்துகின்றோம்.



5. பேச்சு கூட்டிணைப்பாக்க நெறிமுறைகளின் நிறைகளும் குறைகளும்

கூட்டிணைப்பாக்க வகை	நிறை	குறை
ஒலிப்பு கூட்டிணைப்பாக்கம்	பேச்சின் பௌதிகப் பாவனை; ரபோட்டிக் பயன்பாடுகளுக்குப் பொருத்தமானது.	இயல்புத்தன்மை/ இயற்கைத் தன்மை குறைவு
ஒலிச்செறிவு கூட்டிணைப்பாக்கம்	வேறுபட்ட பேச்சு நடைகளுகளை உட்படுத்தும் நெகிழ்வுத்தன்மை.	அளகைகளின் கையிலான இசைவிப்பு
ஒன்றிணைப்பு கூட்டிணைப்பாக்கம்	நல்ல இயற்கைத் தன்மை.	குறைவான புரிந்துகொள்கை; அதிக நினைவகம் தேவைப் படுதல்.
எச்.எம்.எம். அடிப்படையிலான கூட்டிணைப்பாக்கம்	நல்ல பண்புள்ள புரியவியலும் பேச்சைப் பெற குறைந்த அளவிலான நினைவகத் தேவைகள்	அலகுத் தேர்வுடன் ஒப்பிடுகையில் இயற்கைத் தன்மையின் தரக்குறைவு.

6. உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறைகளின் பயன்பாடுகளும்

உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறை இயல்பான மொழியை (உரையை) பேச்சாக மாற்றுகின்றது. தற்காலத்தில் உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறை பல நோக்கங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறை சில பயன்பாடுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதன் சில பயன்பாடுகள் கீழே பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

1.இலக்கவெண்சார் நூல் படிப்பான் (digital reader)

2.கைபேசி செய்தி படிப்பான் (mobile news reader)

3.பேச்சு ஒழுங்குமுறை (speech system)

4. கேளிக்கை/பொழுதுபோக்குத் தொழில் (entertainment industry)

6.1. இலக்கவெண்சார் நூல்படிப்பான்

கணிப்பொறி திரையில் உரைகளைப் படிப்பதற்கு நிறைய காலம் எடுத்துகொள்கின்றது. பயன்படுத்துபவர் மின் அஞ்சலைப் படிப்பர், ஸ்ப்ரெட்ஷீட்களை நிரப்புவர், இணைய தளத்திலிருந்து தகவல்களைச் சேகரிப்பர், சொல்லாய்வியில் கட்டுரைகளைத் திருத்துவர்; இது போன்று பல செயல்களைச் செய்வர். பெரும்பாலும் எல்லோரும் கண் களைபுக்கு ஆளாயிருப்பர். உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறை இச்செயல்களை எளிதாக்குகின்றது. அது கணியில் உள்ள உரைகளை கேட்கக்கூடிய வடிவில் மாற்றித் தருகின்றது.

6.2 கைபேசி செய்தி படிப்பான்

எல்லோருக்கும் பல வேலைகள் இருக்கும். அவர்கள் தங்கள் இயல்பான வேலைகளில் ஈடுபடுவதற்கு இடையில் செய்திகளை அறிய விரும்புவர். இன்றைய கால கட்டத்தில் எல்லோர் கையிலும் கை பேசி உள்ளது. உரையிலிருந்து பேச்சு ஒழுங்குமுறையைக் கைபேசியில் நிறுவினால் செய்திகளை உரை-பேச்சு ஒழுக்குமுறை படிக்கக் கேட்கலாம்.

6.3. பேச்சு ஒழுங்குமுறை

உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறை பேச்சு ஒழுங்குமுறையின் பகுதியாகும். இது ஒரு மொழியில் எழுதப்பட்டுள்ள உரைகளை இலக்கு மொழியாக மாற்றுகின்றது. இறுதியில் பேச்சு-உரை ஒழுங்குமுறை எழுத்து உரையை பேச்சு உரையாக மாற்றித் தரும்.

6.4 மருத்துவப் புலம்

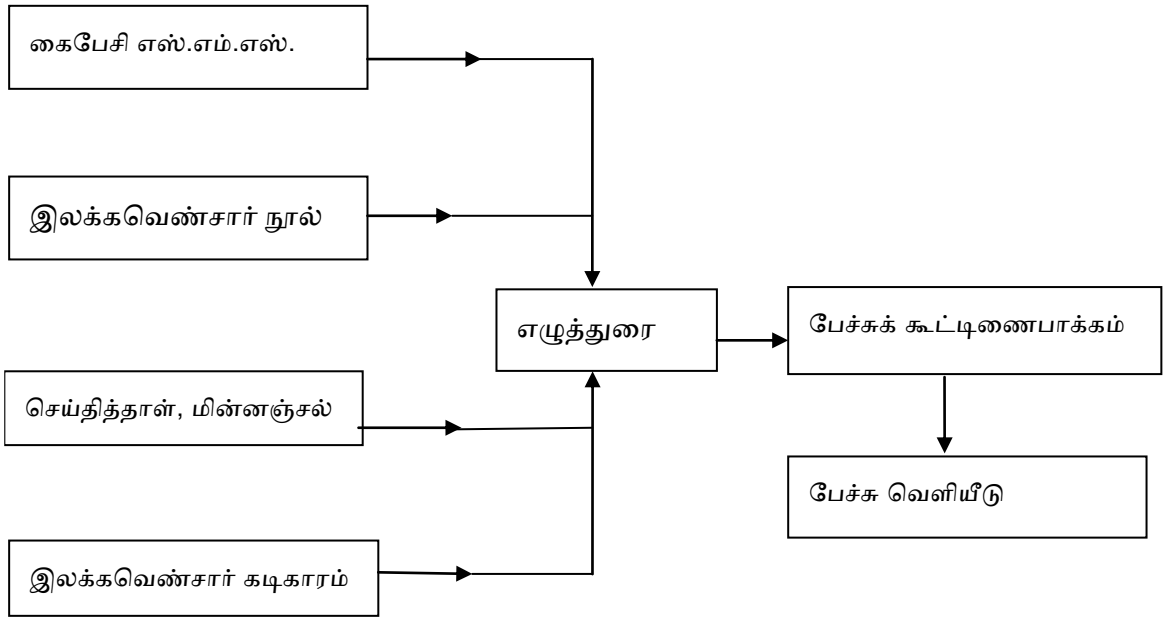
உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறை தொழிநுட்பத்திற்கு உதவும் கருவிகளாகப் பயன்படுகின்றது. மிகப் பெரிய பயன்பாடு பார்வை குறைபாடு உள்ளவர்களுக்குத் திரை படிப்பானாகப் பயன்படுவது. உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறை பார்வையற்றவர்களுக்கு நூல்களைப் படித்துக் காட்டும்; மின்னஞ்சல்களைப் படித்துக்காட்டும்; இணைய தளத்திலிருந்து வேண்டிய செய்திகளையும் தகவல்களையும் படித்துக் காட்டும். மட்டுமன்றி படிகவியலாத அல்லது படிக்க முயற்சிக்கும் குழந்தைகளுக்கு படித்துக் காட்டும் பயிற்சியாளராகவும் பயன்படுகின்றது. பேச்சுக் குறைபாடு உள்ளவர்களுக்கும் பயிற்சியாளராகப் பயன்படுத்த இயலும்.

6.5. கேளிக்கைத் தொழில்

இன்றைய கால கட்டத்தில் உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறை பல்லூடக தொழிலுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறை கணினி விளையாட்டு, வீடியோ

விளையாட்டு மற்றும் பிற பல கேளிக்கைத் தொழில்களில் பயன்படுகின்றது. ஒட்டுமொத்த பயன்பாட்டு மாதிரி கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் எண்



7. சுருக்கவுரை

இவ்வியல் உரையிலிருந்து பேச்சாக்கத்தை அறிமுகம் செய்கின்றது. இவ்வியலில் பேசொலிகளின் ஒலிபெயர்பு, ஒலியன் விதிகளும் முற்றுநிலை மாறிகளும், உரையிலிருந்து பேச்சுக்குவேண்டி உரையை ஒலியன்களுக்குப் பொருத்துதல், உரையிலிருந்து பேச்சில் மீக்கூறு என்பன பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்கத்தின் வரலாறு, பேச்சுக் கூட்டிணைப்பாக்க அணுகுமுறைகள், உரை-பேச்சு ஒழுங்குமுறைகளின் பயன்பாடுகள் இவை பற்றியும் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளன.